

Χημικά Χρονικά

ΤΕΥΧΟΣ ΝΟΕΜΒΡΙΟΥ-ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΥ 2025

Η χημεία του Breaking Bad



Αφιέρωμα στον James Watson



Η χημεία των Χριστουγέννων



Η Διοικούσα Επιτροπή της Ε.Ε.Χ. (2022-2024)

Πρόεδρος: Παπαδόπουλος Αθανάσιος

Α' Αντιπρόεδρος: Αναστασόπουλος Ιωάννης

Β' Αντιπρόεδρος: Κουλός Βασίλειος

Γενικός Γραμματέας: Σιταράς Ιωάννης

Ειδικός Γραμματέας: Βαφειάδης Ιωάννης - Αλέξανδρος

Ταμίας: Σωτηρίου Πέτρος

Μέλη: Στεφανίδου Άννα, Παπαγιαννοπούλου
Ειρήνη, Στάικος Χρήστος, Τσάκας Μάριος, Σιδέρη
Τριανταφυλλένια

Περιφερειακά τμήματα της Ε.Ε.Χ.

Αττικής και Κυκλάδων (Πρόεδρος: Κορωνιά Αικατερίνη), Κάνιγγος
27, Τ.Κ. 10682 Αθήνα, τηλ.: 210 3821524, 210 3829266, fax: 2103833597,
e-mail: ptak@eex.gr

Κεντρικής και Δυτικής Μακεδονίας (Πρόεδρος: Κουλός Βασίλειος),
Αριστοτέλους 6, Τ.Κ. 54623 Θεσσαλονίκη, τηλ./fax: 2310 278077,
e-mail: ptkdm@eex.gr

Πελοποννήσου και Δυτικής Ελλάδας (Πρόεδρος: Παναγόπουλος
Βασίλειος), Μαιζώνος 211, Τ.Κ. 26222 Πάτρα, τηλ./fax: 2610 362460,
e-mail: eexpat@eex.gr

Κρήτης (Πρόεδρος: Σκουληκάρη Εμμανουέλα), Επιμενίδου 19, Τ.Κ.
71110 Ηράκλειο Κρήτης, Τ.Θ. 1335, τηλ./fax: 2810 220292, e-mail:
crete@eex.gr, eexkritis@yahoo.com

Θεσσαλίας (Πρόεδρος: Μανούρας Αθανάσιος), Σκενδεράνη 2, Τ.Κ.
38221 Βόλος, τηλ./fax: 24210 37421, e-mail: eexthes@eex.gr

Ηπείρου - Κερκύρας - Λευκάδας (Πρόεδρος: Χασιώτης Γεώργιος)
Γραφείο X2 - 109, Ισόγειο, Τμήμα Χημείας-Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων,
Πανεπιστημιούπολη Ιωαννίνων, 45110 Ιωάννινα, Τηλ.: 26510 08358,
e-mail: epiruseex@gmail.com

Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας Λεβαδίτου 2, Τ.Κ. 35100 Λαμία, τηλ.:
22310 25388, e-mail: eex.astereas@gmail.com

Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης (Πρόεδρος: Κουτσιανόπουλος
Φώτης), Τμήμα Χημείας ΔΙΠΑΕ, Άγιος Λουκάς, ΤΚ 654 04, Καβάλα,
τηλ./fax: 25510 81002, e-mail: ptamth.eex@gmail.com

Νοτίου Αιγαίου Κλ. Πέππερ 1, Τ.Κ. 85100 Ρόδος, τηλ.: 22410 28638,
22410 37522, fax: 22410 35623, 22410 37522, e-mail: eex@rho.forthnet.gr

Βορείου Αιγαίου (Πρόεδρος: Τσεκούρα Ελένη), Ηλία Βενέζη 1, Τ.Κ.
81100 Μυτιλήνη, τηλ./fax: 22510 28183, e-mail: n.aegean@eex.gr

Ιδιοκτήτης: Ένωση Ελλήνων Χημικών

Εκδότης: Ο πρόεδρος της Ε.Ε.Χ. Παπαδόπουλος Αθανάσιος

Αρχισυντάκτης: Καραγιάννης Μιλτιάδης

Αναπληρωτής Αρχισυντάκτης: Κιτσινέλης Σπύρος

Μέλη Συντακτικής Επιτροπής: Κατσαφούρου Αγγελική,
Κούσκουρα Μαρία, Κυριακού Ηρακλής, Παναγιώτης
Πάντος, Τατάρογλου Αθανάσιος, Στέλλα Χατζημιχαλίδου,
Χατζημητάκος Θεόδωρος

Εκπρόσωπος της Δ.Ε. της Ε.Ε.Χ. στη Συντακτική Επιτροπή:
Σιταράς Ιωάννης

Βοηθός έκδοσης: Κιτσινέλης Σπύρος

Τιμή Τεύχους: 3 €

Συνδρομές: Τακτικά μέλη (ενεργά): 35€

Τακτικά μέλη (συνταξιούχοι): 35€

Άνεργοι, μεταπτυχιακοί φοιτητές
και στρατευμένοι: 15€

Βιομηχανίες – Οργανισμοί: 74€

Συνδρομή Εξωτερικού: \$120

Σχεδίαση - Παραγωγή Έκδοσης: Adjust Lane

Ελευθερίας 51Α, 14235 Ν. Ιωνία

τηλ.: +306945594308

e-mail: panlampro@yahoo.gr

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

3 Σημείωμα του Εκδότη

4 Επικαιρότητα

8 Άρθρα

23 Συνέδρια

26 Δράσεις ΕΕΧ/ Δελτία Τύπου

Αγαπητές και αγαπητοί συνάδελφοι,

Κρατώντας στα χέρια σας το νέο τεύχος των Χημικών Χρονικών, επικοινωνώ μαζί σας όχι μόνο ως εκδότης, αλλά πρωτίστως ως Πρόεδρος της Ένωσής μας, σε μια χρονική συγκυρία που απαιτεί εγρήγορση, εξωστρέφεια και συλλογική δράση. Η ΕΕΧ καλείται σήμερα να διαδραματίσει έναν πολυδιάστατο ρόλο: να είναι ο επιστημονικός φάρος, ο επαγγελματικός συμπαραστάτης και ο θεσμικός εκπρόσωπος του Έλληνα Χημικού.

Στο πλαίσιο αυτό, έχουμε θέσει τρεις στρατηγικές προτεραιότητες για το αμέσως επόμενο διάστημα, οι οποίες είναι άρρηκτα συνδεδεμένες μεταξύ τους.

1. Επένδυση στη γνώση: Νέος κύκλος σεμιναρίων επιμόρφωσης

Η επιστήμη μας εξελίσσεται ραγδαία και η αγορά εργασίας απαιτεί συνεχώς νέες δεξιότητες. Ως απάντηση, η ΕΕΧ προχωρά στη διοργάνωση ενός **ολοκληρωμένου προγράμματος εξειδικευμένων σεμιναρίων**. Στόχος μας δεν είναι η απλή παροχή βεβαιώσεων, αλλά η ουσιαστική αναβάθμιση του επαγγελματικού προφίλ των μελών μας. Τα σεμινάρια θα καλύπτουν κρίσιμους τομείς όπως τα συστήματα ποιότητας (ISO), η περιβαλλοντική νομοθεσία, η ασφάλεια τροφίμων και οι νέες αναλυτικές τεχνικές. Η δια βίου μάθηση είναι το "όπλο" μας απέναντι στον ανταγωνισμό και η ΕΕΧ δεσμεύεται να την παρέχει με κύρος και αξιοπιστία.

2. Θεσμική διεκδίκηση: Συνεργασία με τον ΣΕΒ για τη ΣΣΕ

Η αναβάθμιση του Χημικού, όμως, δεν πρέπει να είναι μόνο επιστημονική, αλλά και εργασιακή. Σας ενημερώνω ότι θα επιδιώξουμε έναν δίαυλο ουσιαστικής επικοινωνίας και διαπραγμάτευσης με τον Σύνδεσμο Επιχειρήσεων και Βιομηχανιών (ΣΕΒ). Στόχος μας είναι η **προώθηση και υπογραφή νέας Συλλογικής Σύμβασης Εργασίας (ΣΣΕ)** για τους Χημικούς. Είναι καιρός να αναγνωριστεί έμπρακτα η προστιθέμενη αξία που φέρνει ο επιστήμονας Χημικός στην παραγωγή και την ανάπτυξη. Η κατοχύρωση αξιοπρεπών αμοιβών και όρων εργασίας αποτελεί "κόκκινη γραμμή" για την ΕΕΧ. Σαφέστατα γνωρίζουμε ότι δεν αποτελεί δική μας αρμοδιότητα η διαπραγμάτευση με τον ΣΕΒ, αλλά μετά από την πολυετή άκαρπη (με ευθύνη του ΣΕΒ) διαπραγμάτευση του ΠΣΧΒΕ, ελπίζουμε να μπορέσουμε να συμβάλλουμε στο να δοθεί ένα τέλος στην απαξίωση του επιστημονικού δυναμικού της χώρας.

3. Η δύναμη της Ένωσης: Τακτοποίηση συνδρομών

Για να υλοποιηθούν τα παραπάνω — για να οργανώσουμε άρτια σεμινάρια και για να διαθέτουμε την απαραίτητη νομική και τεχνοκρατική υποστήριξη στις διαπραγματεύσεις με τον ΣΕΒ — απαιτούνται πόροι. Η οικονομική αυτοτέλεια της ΕΕΧ βασίζεται αποκλειστικά στα μέλη της.

Παρατηρείται ένα σημαντικό ποσοστό καθυστερήσεων στην καταβολή των ετήσιων συνδρομών. Κάνω έκκληση στον επαγγελματισμό και τη συλλογική σας συνείδηση: **Η τακτοποίηση των ανεξόφλητων οφειλών δεν είναι απλώς μια ταμειακή υποχρέωση, είναι πράξη συμμετοχής**. Σας καλώ να προχωρήσετε άμεσα στην εξόφληση των συνδρομών σας, ενδυναμώνοντας τη φωνή μας.

Συνάδελφοι, Η ΕΕΧ είμαστε εμείς. Με οικονομική υγεία, επιστημονική κατάρτιση και θεσμική ισχύ, μπορούμε να διαμορφώσουμε το μέλλον που μας αξίζει.

Με εκτίμηση

Ο Πρόεδρος της Ένωσης Ελλήνων Χημικών

Δρ Αθανάσιος Παπαδόπουλος

ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΗ ΤΗΣ ΣΥΝΤΑΚΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΤΩΝ ΧΗΜΙΚΩΝ ΧΡΟΝΙΚΩΝ

Προκειμένου να βελτιωθεί τόσο η ποιότητα, όσο και η αισθητική της ύλης που δημοσιεύεται στο Περιοδικό ΧΗΜΙΚΑ ΧΡΟΝΙΚΑ, η συντακτική επιτροπή παρακαλεί και προτείνει σε όλους τους συνεργάτες, ανταποκριτές και αναγνώστες του, που συνεισφέρουν στον εμπλουτισμό της ύλης, να λαμβάνουν υπόψη τους τα εξής:

- 1) Η συντακτική επιτροπή δέχεται ευχαρίστως συνεργασίες από αναγνώστες σε θέματα που αναφέρονται στους χημικούς, στην επιστήμη της χημείας (ειδήσεις, άρθρα, πληροφορίες κ.λπ.) και σε ανταποκρίσεις από εκδηλώσεις σχετικές με το αντικείμενο της χημείας, που συμβαίνουν σε οποιοδήποτε σημείο της Ελλάδας.
- 2) Πριν αποφασίσουν την αποστολή οποιασδήποτε συνεργασίας να λαμβάνουν υπόψη τον κανονισμό δημοσιεύσεων του περιοδικού ΧΗΜΙΚΑ ΧΡΟΝΙΚΑ που είναι αναρτημένος στον ιστότοπο του περιοδικού www.eex.gr/library/ximika-xronika/kanonismos-ximikon-xronikon
- 3) Ιδιαίτερα παρακαλεί αυτούς που στέλνουν φωτογραφικό υλικό από εκδηλώσεις, αυτό να είναι κατά το δυνατόν λιτό, αντιπροσωπευτικό της εκδήλωσης και καλής ποιότητας από άποψη ανάλυσης των φωτογραφιών.

Το υποξείδιο του αζώτου N_2O και ο ρόλος της γεωργίας στην κλιματική κρίση

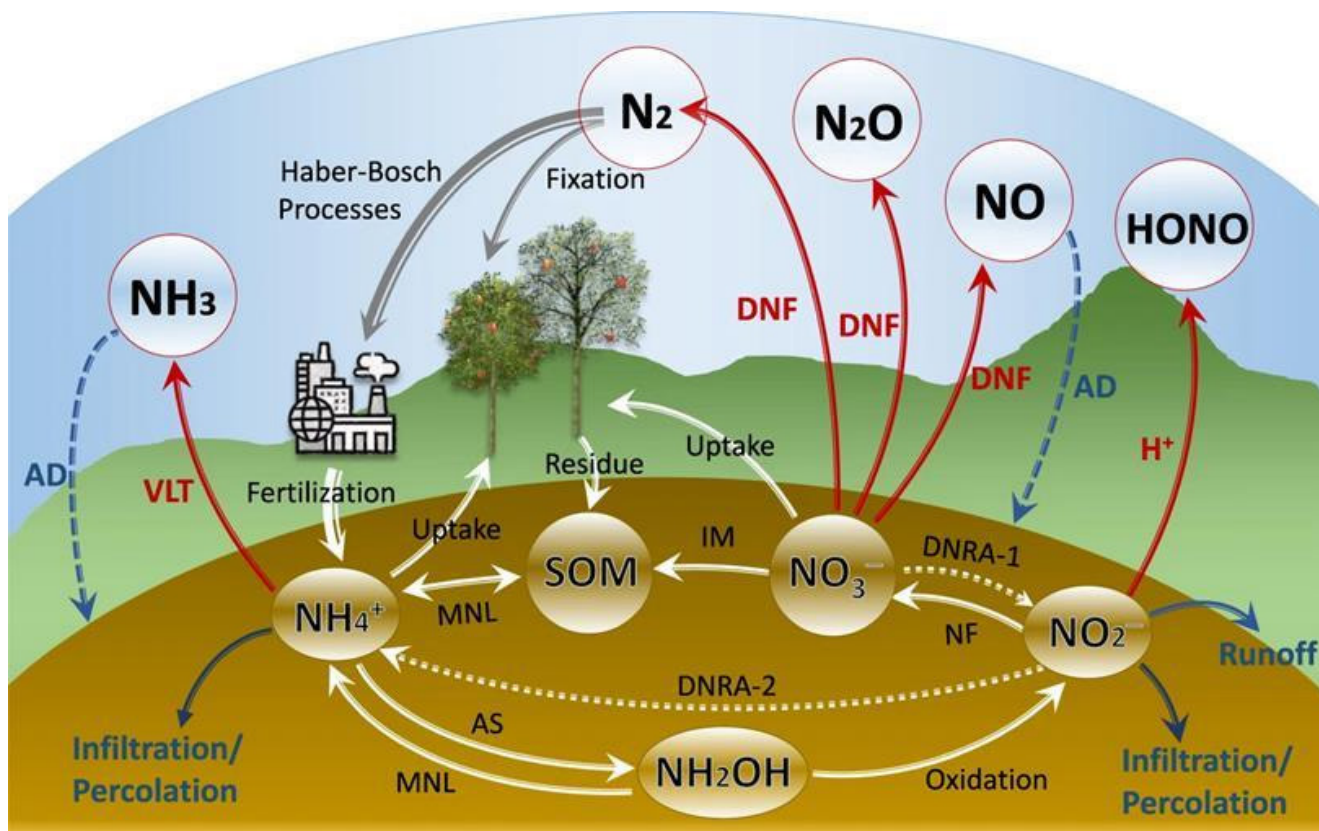
Δρ Σπύρος Κιτσινέλης

Το υποξείδιο του αζώτου (N_2O), γνωστό και ως «αέριο του γέλιου», αποτελεί ένα από τα ισχυρότερα αέρια του θερμοκηπίου, αλλά και ένα από τα λιγότερο συζητημένα. Η αύξηση των συγκεντρώσεών του στην ατμόσφαιρα επιταχύνεται τα τελευταία χρόνια, με κύρια αιτία τη γεωργική δραστηριότητα και ειδικότερα τη χρήση αζωτούχων λιπασμάτων και τη διαχείριση ζωικών αποβλήτων. Σύμφωνα με πρόσφατες αναλύσεις που παρουσιάστηκαν στο *Chemistry World*, η ραγδαία άνοδος των εκπομπών N_2O απειλεί να υπονομεύσει τις διεθνείς προσπάθειες περιορισμού της υπερθέρμανσης του πλανήτη κάτω από τους $1,5^\circ C$, όπως προβλέπει η Συμφωνία του Παρισιού.

Το N_2O έχει περίπου 270 φορές μεγαλύτερη ικανότητα παγίδευσης θερμότητας από το διοξείδιο του άνθρακα, ενώ επιπλέον συμβάλλει στην αποδόμηση του στρατοσφαιρικού όζοντος. Έτσι, λειτουργεί διπλά επιβαρυντικά για το περιβάλλον:

ενισχύει το φαινόμενο του θερμοκηπίου και ταυτόχρονα αποδυναμώνει τη φυσική «ασπίδα» της Γης απέναντι στην υπερβολή ακτινοβολία. Αν και οι συγκεντρώσεις του παραμένουν χαμηλότερες σε απόλυτους αριθμούς σε σύγκριση με το CO_2 ή το μεθάνιο (CH_4), η αυξητική του τάση είναι ανησυχητική.

Η εντατικοποίηση της γεωργίας μετά τη δεκαετία του 1980 συνδέεται άμεσα με την αύξηση των εκπομπών N_2O . Η υπερβολική χρήση αζωτούχων λιπασμάτων, που στοχεύει στη μεγιστοποίηση της παραγωγής τροφίμων, οδηγεί σε πλεονάζον άζωτο στο έδαφος. Μέσω μικροβιακών διεργασιών, όπως η νιτροποίηση και η απονιτροποίηση, το άζωτο αυτό μετατρέπεται σε υποξείδιο του αζώτου και απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα. Η αύξηση της θερμοκρασίας και η μεταβολή της υγρασίας των εδαφών επιταχύνουν τις ίδιες αυτές διεργασίες, δημιουργώντας έναν φαύλο κύκλο μεταξύ κλιματικής αλλαγής και εκπομπών N_2O .



© 2022 Shu-Yuan Pan et al - Το αζωτούχο λίπασμα έχει μια περίπλοκη διαδρομή μέσω της γης, του νερού και της ατμόσφαιρας

Η παγκόσμια ζήτηση για ζωικά προϊόντα αποτελεί έναν επιπλέον παράγοντα πίεσης. Η παραγωγή ζωοτροφών απαιτεί τεράστιες ποσότητες λιπασμάτων, ενώ η διαχείριση των αποβλήτων από την κτηνοτροφία απελευθερώνει επιπλέον ποσότητες N_2O . Μελέτες δείχνουν ότι οι ανθρωπογενείς εκπομπές του αερίου έχουν αυξηθεί κατά περίπου 30–40 % μέσα στις τελευταίες τέσσερις δεκαετίες, γεγονός που σημαίνει πως, αν δεν υπάρξει ριζική αναθεώρηση των γεωργικών πρακτικών, το υποξείδιο του αζώτου θα αποτελέσει έναν από τους σημαντικότερους ανασταλτικούς παράγοντες επίτευξης των κλιματικών στόχων.

Η αντιμετώπιση του προβλήματος δεν είναι απλή, αλλά υπάρχουν εφαρμόσιμες λύσεις. Η βελτιστοποίηση της χρήσης αζωτούχων λιπασμάτων με βάση τις πραγματικές ανάγκες των καλλιεργειών αποτελεί βασικό βήμα. Εξίσου σημαντική είναι η ενσωμάτωση της μείωσης των εκπομπών N_2O στις εθνικές πολιτικές για το κλίμα, καθώς μέχρι σήμερα η προσοχή επικεντρώνεται κυρίως στο CO_2 και στο CH_4 . Επιπλέον, η έρευνα προσανατολίζεται σε καινοτόμες προσεγγίσεις, όπως

η ανάπτυξη μικροοργανισμών που μπορούν να «αναστέλλουν» τη δημιουργία N_2O στα εδάφη ή η εφαρμογή βιοτεχνολογικών λύσεων που βελτιώνουν τη δέσμευση του αζώτου από τα φυτά. Παράλληλα, τα συστήματα παρακολούθησης των εκπομπών – είτε δορυφορικά είτε επίγεια – μπορούν να παρέχουν πολύτιμα δεδομένα για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των παρεμβάσεων.

Το υποξείδιο του αζώτου, αν και λιγότερο προβεβλημένο από το διοξείδιο του άνθρακα, αντιπροσωπεύει μια σιωπηλή αλλά καθοριστική απειλή για την κλιματική ισορροπία. Η γεωργία, πυλώνας της ανθρώπινης επιβίωσης, καλείται σήμερα να αναπροσαρμοστεί ώστε να διατηρήσει τη βιωσιμότητά της χωρίς να υπονομεύει το περιβάλλον. Η εξισορρόπηση ανάμεσα στην επισιτιστική ασφάλεια και στην προστασία του κλίματος είναι πλέον αναπόφευκτη. Η αντιμετώπιση των εκπομπών N_2O δεν είναι απλώς τεχνικό ή αγρονομικό ζήτημα, αλλά βαθύτατα επιστημονική και πολιτική πρόκληση – μια πρόκληση που απαιτεί συνεργασία, καινοτομία και ευθύνη σε παγκόσμιο επίπεδο.

Πηγή

<https://www.chemistryworld.com/features/nitrous-oxide-emissions-accelerate-as-agriculture-drives-climate-threat/4022460.article>

Οι Μικρότερες Οργανικές Δίοδοι Εκπομπής Φωτός (OLEDs)

Δρ Σπύρος Κιτσινέλης

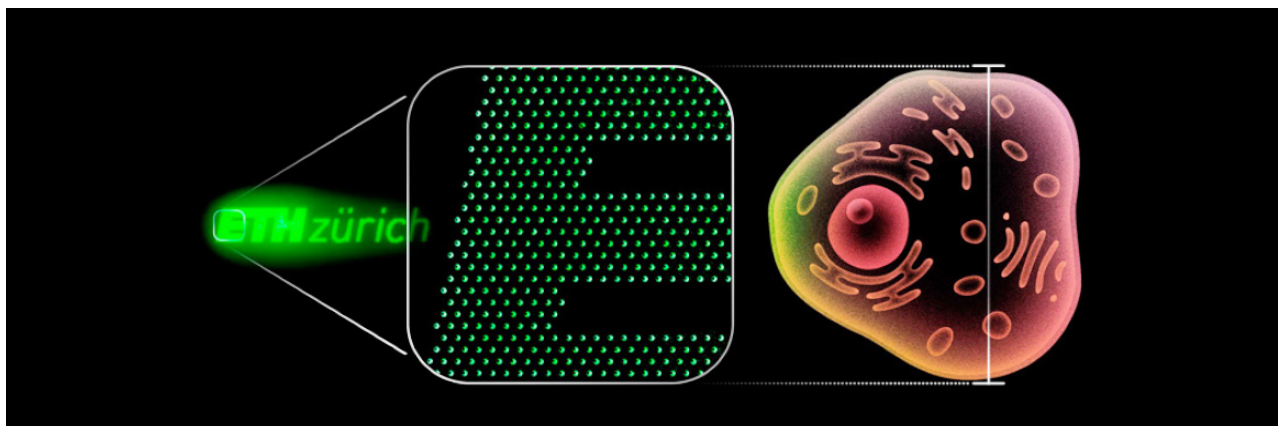
Η σμίκρυνση των διόδων εκπομπής φωτός κάτω από το όριο περίθλασης του μήκους κύματος εκπομπής μπορεί να επιτρέψει υπερ-υψηλής ανάλυσης απεικόνιση και πηγές φωτός ενσωματωμένες σε chip για υπερ-ευρυζωνική επικοινωνία. Οι οργανικές διόδους εκπομπής φωτός (OLEDs), αν και κατάλληλες, αντιμετωπίζουν περιορισμούς στην εφαρμογή παραδοσιακής φωτολιθογραφικής διαμόρφωσης, καθώς τα οργανικά υλικά δεν είναι πάντα συμβατά με τις συμβατικές διαδικασίες κατασκευής μικροκυκλωμάτων. Οι οργανικές διόδους εκπομπής φωτός (OLEDs) είναι ημιαγωγοί που χρησιμοποιούν οργανικά μόρια ή πολυμερή για την εκπομπή φωτός όταν διαρρέονται από ηλεκτρικό ρεύμα. Προσφέρουν ευέλικτες, λεπτές και διαφανείς οθόνες με ζωντανά χρώματα, χαμηλή κατανάλωση ενέργειας και δυνατότητα κατασκευής καμπυλωτών ή νανομετρικών pixels.

Μια ομάδα ερευνητών με επικεφαλής τους Shuangshuang Zeng και Chih-Jen Shih στο ETH Zürich της Ελβετίας, σε συνεργασία με το Huazhong University of Science and Technology στην Κίνα, ανέπτυξε μια νέα μέθοδο για την κατασκευή εξαιρετικά μικρών οργανικών LED (OLEDs), με μεγέθη pixel μικρότερα

από το μήκος κύματος του εκπεμπόμενου φωτός κάτι που προηγουμένως θεωρούνταν τεχνικά αδύνατο. Η καινοτομία τους ανοίγει το δρόμο για παραγωγή κλίμακας νανομετρικών OLEDs με πυκνότητα έως 100.000 pixels ανά ίντσα, περιοδικότητα 250 nm και μέγεθος pixel γύρω στα 100 nm. Για να γίνει κατανοητό το πόσο μικρά είναι αυτά τα OLEDs, η ομάδα παρουσίασε το λογότυπο του ETH Zürich, το οποίο αποτελείται από 2.800 nano-OLEDs. Το λογότυπο έχει μέγεθος συγκρίσιμο με ένα ανθρώπινο κύτταρο, με κάθε pixel να μετρά περίπου 200 nm.

Η επιτυχία αυτή βασίζεται στη χρήση εξαιρετικά λεπτών, μηχανικά σταθερών μεμβρανών νιτρίδιου του πυριτίου ως πρότυπα. Με αυτόν τον τρόπο, οι ερευνητές δημιούργησαν τα nano-OLED pixels χρησιμοποιώντας μια μέθοδο συμβατή με την τυπική λιθογραφία μικροσίπ. Συγκεκριμένα, χρησιμοποίησαν ένα επαναχρησιμοποιήσιμο nano-στένσιλ για την άμεση διαμόρφωση των οργανικών ημιαγωγών. Ο οργανικός ημιαγωγός αποτίθεται ή χαράσσεται μόνο στις περιοχές που επιτρέπει το στένσιλ, δημιουργώντας ακριβώς διαμορφωμένα OLED pixels χωρίς τη χρήση συμβατικών φωτοευαίσθητων υλικών ή μάσκες.

Τα nano-διαμορφωμένα OLEDs διατηρούν υψηλή απόδοση, ενώ



Εικόνα: Amanda Paganini/ETH Zürich. Το λογότυπο του ETH Zürich αποτελείται από 2.800 νανο-διόδους εκπομπής φωτός και, σε ύψος 20 μm , έχει μέγεθος συγκρίσιμο με ένα ανθρώπινο κύτταρο. Κάθε μεμονωμένο pixel μετρά περίπου 0,2 μm (200 nm).

ταυτόχρονα επιτρέπουν τον έλεγχο της κατεύθυνσης και της πόλωσης του φωτός. Αυτό δημιουργεί τα λεγόμενα «ηλεκτροφωτεινές μεταεπιφάνειες» (electroluminescent metasurfaces), που μετατρέπουν τα ηλεκτρικά φορτία σε φωτεινές δέσμες με ακριβή ρύθμιση. Η δυνατότητα αυτή ανοίγει νέες προοπτικές για εφαρμογές σε οθόνες υπερ-υψηλής ανάλυσης, οπτική επικοινωνία σε chip και προηγμένες φωτονικές συσκευές, ξεπερνώντας τους προηγούμενους περιορισμούς της διαμόρφωσης οργανικών ημιαγωγών.

Η μέθοδος των ερευνητών όχι μόνο επιτρέπει εξαιρετικά μικρά

pixels, αλλά και επαναχρησιμοποίηση των εργαλείων παραγωγής, μειώνοντας το κόστος και αυξάνοντας την επεκτασιμότητα. Η ομάδα εργάζεται ήδη στην περαιτέρω βελτιστοποίηση της διαδικασίας, ώστε να αυξηθεί η απόδοση, η σταθερότητα και η ευελιξία των νανο-OLEDs για μελλοντικές εμπορικές εφαρμογές. Η ανάπτυξη αυτή σηματοδοτεί μια σημαντική πρόοδο στην τεχνολογία οργανικών ημιαγωγών και ανοίγει τον δρόμο για την εποχή των νανο-οθονών και των προηγμένων φωτονικών συστημάτων, όπου η ακρίβεια και η κλίμακα στο νανομέτρο είναι πλέον εφικτές.

Πηγή

Scalable nanopatterning of organic light-emitting diodes beyond the diffraction limit,

Tommaso Marcato, Jiwoo Oh, Zhan-Hong Lin, Tian Tian, Abhijit Gogoi, Sunil B. Shivarudraiah, Sudhir Kumar, Ananth Govind Rajan, Shuangshuang Zeng, Chih-Jen Shih

Nature Photonics 2025

<https://doi.org/10.1038/s41566-025-01785-z>

Chemistry Views

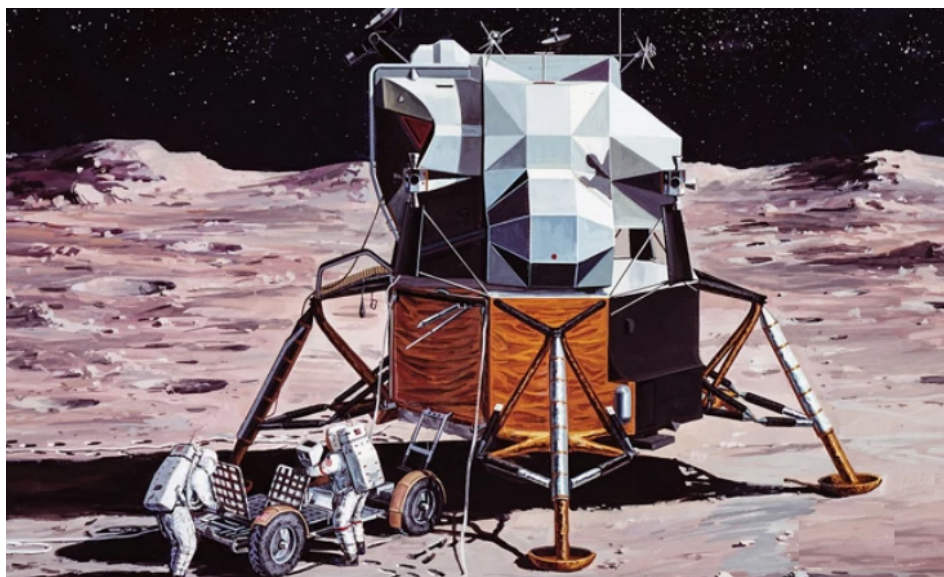
<https://www.chemistryviews.org/tiniest-organic-light-emitting-diodes/>

Φως μετατρέπει το διοξείδιο του άνθρακα και το μεθάνιο σε χρήσιμες χημικές ουσίες

Δρ Σπύρος Κιτσινέλης

Το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) και το μεθάνιο (CH_4) αποτελούν δύο από τα σημαντικότερα αέρια του θερμοκηπίου, αλλά ταυτόχρονα είναι και εξαιρετικά σταθερά μόρια, δύσκολα να μετατραπούν σε πιο χρήσιμες χημικές ενώσεις. Εδώ και δεκαετίες, η χημική κοινότητα αναζητά αποδοτικές μεθόδους μετατροπής

τους σε καύσιμα ή χημικά προϊόντα υψηλής αξίας. Συνήθως, οι αντιδράσεις αυτές απαιτούν πολύ ενέργεια, υψηλές θερμοκρασίες και ακριβά καταλυτικά υλικά. Ωστόσο, μια πρόσφατη εργασία Κινέζων ερευνητών έρχεται να ανατρέψει τα δεδομένα. Σύμφωνα με δημοσίευση στο *Nature Photonics* (2025), ομά-



Η μετατροπή διοξειδίου του άνθρακα και μεθανίου με τη βοήθεια φωτός θα μπορούσε να αποδειχθεί χρήσιμη για την παραγωγή καυσίμων και χημικών στο Διάστημα. Πηγή: NASA

δα του Buxing Han από το Institute of Chemistry στο Chinese Academy of Sciences πέτυχε απευθείας μετατροπή CO_2 και CH_4 χρησιμοποιώντας αποκλειστικά φως, χωρίς καταλύτες και χωρίς θερμική ενίσχυση. Αν και η απόδοση της μετατροπής είναι ακόμη χαμηλή, περίπου 1,5%, η μέθοδος θεωρείται ιδιαίτερα ελπιδοφόρα για την αξιοποίηση αερίων εκπομπών, καθώς και για εφαρμογές σε περιβάλλοντα εκτός Γης, όπου η υψηλής ενέργειας υπεριώδους ακτινοβολία είναι άφθονη. Η παραδοσιακή προσέγγιση μετατροπής CO_2 βασίζεται συνήθως στην αναγωγή του με υδρογόνο σε υψηλές θερμοκρασίες ή σε ηλεκτροχημικές διεργασίες. Για την επιτάχυνση των αντιδράσεων απαιτούνται συχνά πολύτιμα μέταλλα όπως πλατίνα, παλλάδιο ή άργυρος. Για να μειωθεί το κόστος, πολλές ερευνητικές ομάδες εξετάζουν συνδυασμούς φωτοβολταϊκών με φθηνότερους καταλύτες.

Αντίθετα, η μέθοδος της κινέζικης ομάδας βασίζεται στην απορρόφηση φωτονίων υψηλής ενέργειας από τα μόρια των αερίων. Υπεριώδες φως μήκους κύματος 185 nm αποδείχθηκε ικανό να διασπάσει τους ισχυρούς δεσμούς C=O του CO_2 , καθώς και τους δεσμούς C-H του CH_4 . Η διεργασία οδηγεί στη δημιουργία μονοξειδίου του άνθρακα (CO), υδρογόνου (H_2) και αιθανίου (C_2H_6). Το αιθάνιο και το συνθετικό αέριο (syngas: $\text{CO} + \text{H}_2$) αποτελούν κρίσιμους δομικούς λίθους για την παραγωγή υγρών καυσίμων, πολυμερών και άλλων οργανικών ενώσεων.

Οι ερευνητές παρατήρησαν επίσης ότι η προσθήκη φωτός μεγαλύτερου μήκους κύματος, ορατού (400–800 nm) και

υπέρυθρου (800–1.100 nm), αυξάνει τον ρυθμό της αντίδρασης. Επιπλέον, η εισαγωγή μικρής ποσότητας νερού βελτίωσε την αποδοτικότητα, ενισχύοντας τον σχηματισμό αιθανίου. Το νερό λειτουργεί ως συμπληρωματική πηγή υδρογόνου, διευκολύνοντας τις αναγωγικές διεργασίες.

Ο Tierui Zhang, χημικός στο Technical Institute of Physics and Chemistry στο Chinese Academy of Sciences, σχολίασε ότι η απευθείας παραγωγή μορίων όπως το αιθάνιο από CO_2 και CH_4 μέσω μιας αποκλειστικά φωτονικής οδού αποτελεί σπάνιο και εντυπωσιακό επίτευγμα. Το γεγονός ότι η μετατροπή του CO_2 επιτυγχάνεται με χρήση μεθανίου και νερού ως πηγών υδρογόνου προσφέρει ση-

μαντικά θερμοδυναμικά και οικονομικά πλεονεκτήματα. Παρά τις δυνατότητές της όμως, η μέθοδος αντιμετωπίζει σημαντικές τεχνικές προκλήσεις. Η παραγωγή υπεριώδους ακτινοβολίας 185 nm σε μεγάλη κλίμακα παραμένει ενεργοβόρα και τεχνολογικά δύσκολη. Σύμφωνα με τον Zhang, η ενσωμάτωση καταλυτών στο σύστημα θα μπορούσε να αυξήσει τις αποδόσεις και πιθανώς να επιτρέψει τη χρήση πιο ευρέος φάσματος φωτός, ανοίγοντας τον δρόμο για πρακτικές εφαρμογές στη Γη.

Παρότι η απόδοση βρίσκεται ακόμη σε πρώιμο στάδιο, η μελέτη παρέχει μια εντελώς νέα κατεύθυνση στη φωτοχημική αξιοποίηση των αερίων του θερμοκηπίου. Η δυνατότητα πραγματοποίησης της αντίδρασης σε χαμηλές θερμοκρασίες, χωρίς καταλύτες, μπορεί να οδηγήσει σε νέες αρχιτεκτονικές αντιδραστήρων, αλλά και σε εφαρμογές πέρα από τον πλανήτη μας. Σε περιβάλλοντα όπως το διάστημα ή ο Άρης, όπου υπάρχει έντονη UV ακτινοβολία αλλά περιορισμένοι πόροι, τέτοιες μέθοδοι μπορεί να αποτελέσουν βασικό εργαλείο για την παραγωγή καυσίμων και δομικών υλικών επιτόπου. Η νέα αυτή προσέγγιση δείχνει ότι η χημεία χαμηλής ενέργειας μπορεί να αξιοποιήσει τη δύναμη του φωτός με τρόπους που μέχρι πρόσφατα θεωρούνταν αδύνατοι. Αν μελλοντικές έρευνες καταφέρουν να αυξήσουν την αποδοτικότητα και να καταστήσουν τεχνικά εφικτή την παραγωγή UV υψηλής ενέργειας, τότε ίσως βρισκόμαστε μπροστά σε μια σημαντική πρόοδο στη φωτοχημική μετατροπή αερίων του θερμοκηπίου.

Πηγή

Light-based catalyst-free conversion of CH_4 and CO_2

Jianxin Zhai, Ruo-Ya Wang, Xiao Chen, Baowen Zhou, Zhanghui Xia, Haihong Wu, Teng Xue, Shuaiqiang Jia, Chunjun Chen, Lihong Jing, Mingyuan He & Buxing Han

Nature Photonics (2025). DOI: [10.1038/s41566-025-01800-3](https://doi.org/10.1038/s41566-025-01800-3).

Φόρος τιμής στον αποβιώσαντα νομπελίστα και συμμετέχοντα στην ανακάλυψη του DNA James Watson

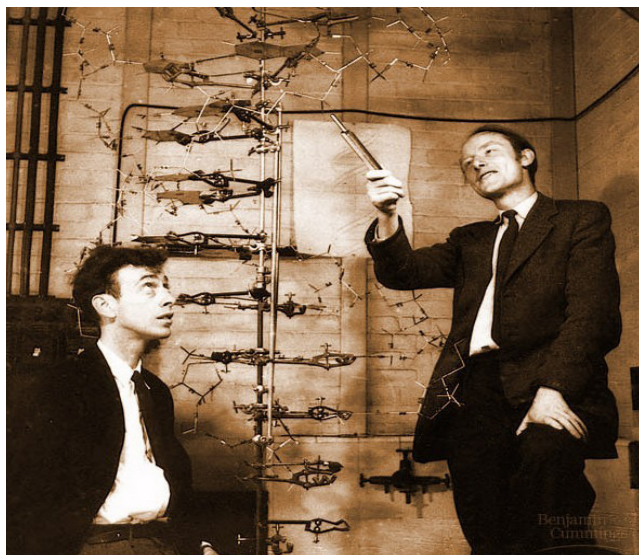
Θ. Μαυρομούστακος¹, Ι. Ματσούκας²

1. Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Χημείας, Εργαστήριο Οργανικής Χημείας

2. Καθηγητής Χημείας, Ιδρυτής ΜΠΣ “Ιατρική Χημεία”, Τμήμα Χημείας, Πανεπιστήμιο Πατρών.

Μόχθησες πολύ
το όνειρο να πάρει σάρκα και οστά
πάληψες με όλη σου τη ψυχή
με νύχια και με δόντια
μέχρι μια μέρα του Απρίλη
να φωνάξεις στεντόρεια
μέσα από την καρδιά
το δεύτερο μετά τον Αρχιμήδη ΕΥΡΗΚΑ

Με μεγάλη θλίψη πληροφορηθήκαμε ότι ο James Watson, κάτοχος Nobel Ιατρικής και Φυσιολογίας για την ανακάλυψη της Διπλής Έλικας του DNA, έφυγε από τη ζωή στις 6 Νοεμβρίου 2025 σε ηλικία 97 ετών. Τον αποχαιρετούμε με θλίψη αλλά και με ευγνωμοσύνη για την προσφορά του στην ανθρωπότητα με την κοσμογονική ανακάλυψη της Διπλής Έλικας με τον Francis Crick και άλλους πρωτοπόρους ερευνητές εκείνης της περιόδου που άλλαξε την πορεία του κόσμου. Εμείς και πιστεύουμε όλη η επιστημονική κοινότητα εκφράζουμε την απέραντη ευγνωμοσύνη μας για τη μεγάλη τιμή να είναι μέλος της ακαδημαϊκής οικογένειας μας μετά την αναγόρευ-



Εικόνα 1: Οι J. Watson (αριστερά) και F. Crick (δεξιά) μελετούν το μοντέλο που δημιούργησαν του DNA.

ση του σε Επίτιμο Διδάκτορα του Πανεπιστημίου Πατρών.

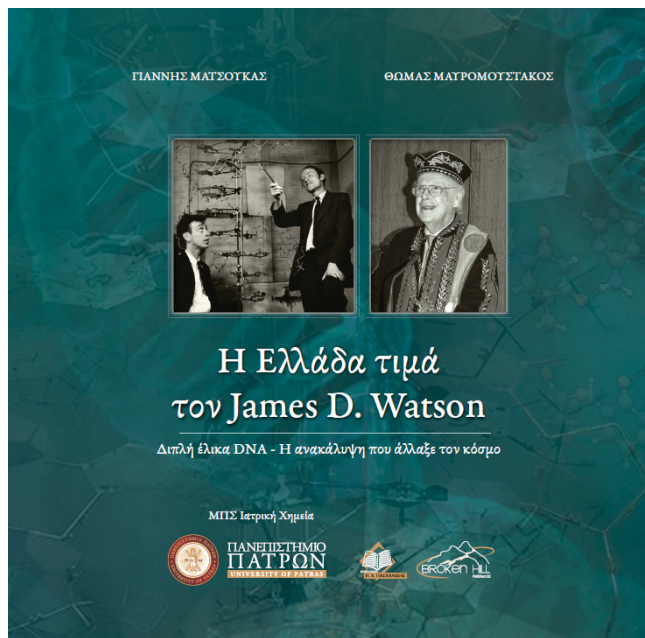
Θα τον θυμόμαστε πάντα ως ένα απλό, μεγαλοφυή και προσιτό άνθρωπο που του άρεσε να μιλά ατέλειωτες ώρες με τους φοιτητές και να τους συμβουλεύει. Οι επόμενες γενεές θα αναφέρονται τιμητικά στην Ελλάδα την οποία ο κορυφαίος ερευνητής αγαπούσε και τίμησε με την υποστήριξη του όταν χρειάστηκε (Εικόνα 1).

Ήταν ο πρώτος μεταξύ 16 κατόχων Nobel που υπέγραψε την επιστολή “Petition for Greece” στην Ευρωπαϊκή Ηγεσία το 2015 για την υποστήριξη της έρευνας και των Ελληνικών Πανεπιστημίων. Το 2012 είχε στείλει επίσης επιστολή στον Πρόεδρο των ΗΠΑ Barack Obama ζητώντας πάλι τότε την υποστήριξη της χώρας μας στη περίοδο της μεγάλης οικονομικής κρίσης. Η ιστορική επίσκεψη Watson στην Ελλάδα, αλλά και άλλων κατόχων Nobel, έχει αποτυπωθεί στο λεύκωμα, “Η Ελλάδα Τιμά τον James Watson: DNA, Η ανακάλυψη που άλλαξε τον κόσμο” του Εκδοτικού Οίκου Broken Hill στη Κύπρο, όπου αναφέρονται η προϊστορία και οι λεπτομέρειες της μεγάλης ανακάλυψης (Εικόνα 2). Πρόσφατα το ίδιο βιβλίο εκδόθηκε από τον ίδιο εκδοτικό οίκο και στην Αγγλική γλώσσα.

Ο James Watson μοιράστηκε την ύψιστη των επιστημονικών διακρίσεων μετά του Francis Crick και Maurice Wilkins, το βραβείο Nobel Φυσιολογίας και Ιατρικής στις 20.10.1962. Το βραβείο Nobel απονεμήθηκε στους τρεις ερευνητές και αφορούσε την ανακάλυψη της μοριακής δομής των νουκλεϊνικών οξέων και τη σημασία τους στη μεταφορά πληροφορίας της ζωής. Η ανακάλυψη σύμφωνα με το Ξενοφάνη (6ος αιώνας π.Χ.) είναι θεοδωρήτη. Οι Θεοί δε, θέλησαν να αποκαλύψουν τα πάντα στους ανθρώπους από την αρχή, αλλά άφησαν περιθώριο στους ανθρώπους μέσω της έρευνας, να ανακαλύπτουν τα βέλτιστα. Πραγματικά, ο

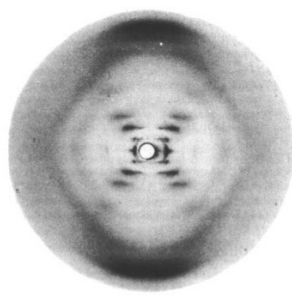
άνθρωπος βιώνει στην ιστορική του πορεία μικρές και μεγάλες ανακαλύψεις που προάγουν τον πολιτισμό και τη γνώση του. Για παράδειγμα, με την ανακάλυψη της φωτιάς κατορθώνει αρχικά να ζεσταίνει τα θηράματα του και να αποφεύγει το τσουχτερό κρύο. Αργότερα, τη χρησιμοποιεί για να παρασκευάσει βότανα, θεραπευτικά προϊόντα ή άλλα τεχνολογικά. Δυστυχώς όμως, χρησιμοποιεί τη δύναμη της φωτιάς και για την αυτοκαταστροφή του, να λεηλατήσει δηλαδή το φυσικό περιβάλλον και να θανατώσει πολλές φορές ανθρώπινες ζωές. Μοιάζει δηλαδή ο άνθρωπος ως Προμηθέας Δεσμώτης που αλυσοδένει τον εαυτό του και το αρπαχτικό πουλί, η ασυνειδησία και η κακοτοπιά της ψυχής του, τρώγει τις σάρκες του. Όμοια, η ανακάλυψη του πετρελαίου και της πυρηνικής ενέργειας αποτελούν ευεργετικότητες για τον άνθρωπο. Όμως, και αυτές γίνονται αιτίες καταστροφών του φυσικού περιβάλλοντος και πολέμων. Η ανθρωπότητα αρμενίζει για μία νέα ανακάλυψη όπου να οδηγεί την πορεία της ανθρωπότητας προς το φως και να αφήνει ελικοειδή ανχνάρια που να αναδύονται προς τον ουρανό και η ανθρωπότητα όλη να σμίγει τα χέρια. Κι' αυτή η ανακάλυψη ήρθε από τους τρεις συνεργάτες Watson-Crick-Wilkins.

Παραθέτουμε ένα σύντομο βιογραφικό του: Ο James Watson γεννήθηκε στις 6 Απριλίου 1928 στην πολιτεία του Σικάγο των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής (Η.Π.Α.). Μικρός, 15 ετών, γίνεται δεκτός στο Τμήμα Ζωολογίας του Πανεπιστημίου του Σικάγου. Την αγάπη του και ερευνητικό ενδιαφέρον στην ορνιθολογία διακόπτει το 1946 η έκδοση του βιβλίου «Τι είναι η ζωή» από τον Erwin Schrödinger όπου αναφέρεται ότι το γονίδιο είναι φορέας της κληρονομικότητας. Μετά την περάτωση των προπτυχιακών του σπουδών μεταβαίνει



Εικόνα 2: Εξώφυλλο του βιβλίου που φέρει τίτλο "Η Ελλάδα τιμά τον James D. Watson"

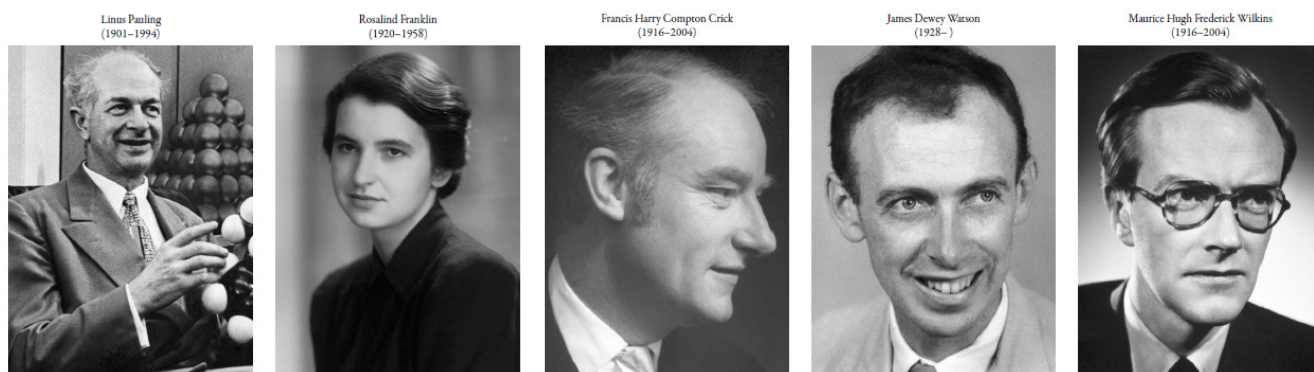
νοτιότερα στην Πολιτεία της Ινδιάνας όπου υπό την επίβλεψη του Salvador Edward Luria (1912-1991) διεκπεραιώνει τις μεταπτυχιακές του σπουδές. Ο Salvador Edward Luria αποτελεί μία εξέχουσα ερευνητική προσωπικότητα, βραβευθείς και αυτός με το βραβείο Nobel (1969) που ανήκει στην «ομάδα των φάγων» η οποία ερευνά τους βακτηριοφάγους, ιούς δηλαδή που προσβάλλουν τα βακτήρια.



Κρυσταλλογραφία ακτίνων Χ διπλής έλικας DNA.



Εικόνα 3: Η κρυσταλλογραφία ακτίνων-Χ που έχει ληφθεί από τη Rosalind Franklin και οδήγησε στη διπλή έλικα του DNA



Εικόνα 4: Οι πρωτεργάτες της ανακάλυψης του DNA

Τις μεταδιδακτορικές του σπουδές αρχίζει στο Πανεπιστήμιο της Κοπεγχάγης στη Δανία υπό την καθοδήγηση του Herman Kalckar (1905-2002), εξάιρετου βιοχημικού, ο οποίος μελετά την ενζυματική σύνθεση των αμινοξέων. Δεν τον ενθουσιάζει η ερευνητική δραστηριότητα αυτή επειδή το ένστικτό του τον καθοδηγεί ότι πρέπει να ασχοληθεί με το φορέα της κληρονομικότητας. Έχει όμως την τύχη με τον Herman Kalckar να ταξιδεύσει στην Ιταλία και να ακούσει μία ομιλία του ερευνητή Maurice Wilkins με θέμα την κρυσταλλογραφική δομή των νουκλεϊνικών οξέων. Αυτό θα επιτείνει ακόμη περισσότερο την επιθυμία του να μελετήσει το DNA και τον τρόπο αντιγραφής του. Στο μεταξύ, ο Oswald Avery (1877-1955) ανακαλύπτει ότι το DNA είναι φορέας της κληρονομικότητας και ο Erwin Chargaff (1905-2002) τους κανόνες ζευγαρώματος των βάσεων του DNA. Η πουρίνη αδερίνη ζευγαρώνει με τη θυμίνη και η πυριμιδίνη γουανίνη με τη κυτοσίνη. Οι ανακαλύψεις αυτές τον οδηγούν στο εργαστήριο του Cavendish της Οξφόρδης της Αγγλίας όπου χρησιμοποιούνται οι ακτίνες-X ως εργαλείο για τον προσδιορισμό της τριδιάστατης δομής των βιοδραστικών μορίων. Ο Salvador Edward Luria κανονίζει να τον υποδεχθεί ο John Kendrew ο οποίος όμως λείπει σε ταξίδι και την υποδοχή αναλαμβάνει ο Max Perutz. Οι δύο αυτοί επιστήμονες βραβεύθηκαν με το βραβείο Nobel Χημείας την ίδια ημέρα που οι Watson-Wilkins-Crick θα ελάμβαναν το βραβείο Nobel Φυσιολογίας και Ιατρικής. Να αναφερθεί ότι το εργαστήριο του Cavendish φιλοξένησε διαπρεπείς επιστήμονες όπως τους J.C. Maxwell, Lord Rayleigh, J.J. Thompson και E. Rutherford. Διευθυντής του εργαστηρίου, όταν φθάνει ο J. Watson, είναι ο Sir Lawrence Bragg ο οποίος επίσης βραβεύθηκε το 1915 με βραβείο Nobel Φυσικής με τον πατέρα του Henry, για τις εργασίες τους στην κρυσταλλογραφία ακτίνων-X. Εκεί, στο εργαστήριο του Cavendish, συναντά το φυσικό Francis Crick ο οποίος επίσης μετέβαλε τα ενδιαφέροντα του στη βιολογία και εκπονούσε τη διδακτορική του διατριβή στις ακτίνες-X των πρωτεϊνών. Μαζί θα αρχίσουν μία έντονη προσπάθεια επίλυσης της κρυσταλλικής δομής του DNA με χρήση μοριακών μοντέλων. Την προσπάθεια αυτή επικουρεί ο φυσικός Maurice Wilkins ο οποίος εργάζεται στο Βασιλικό Κολλέγιο του Πανε-

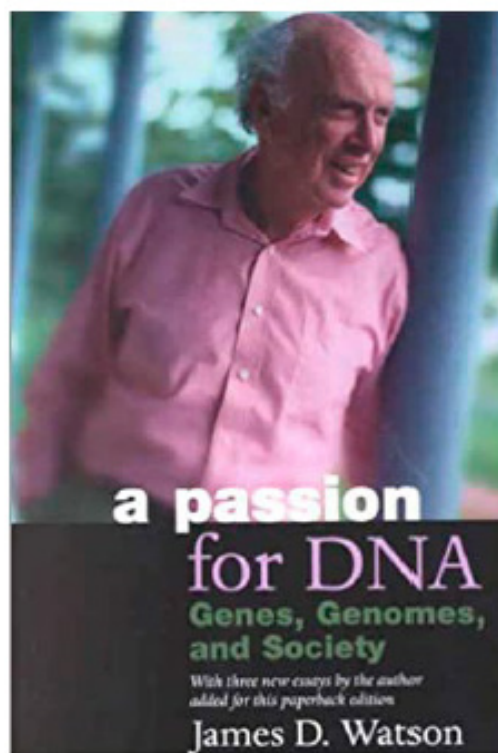
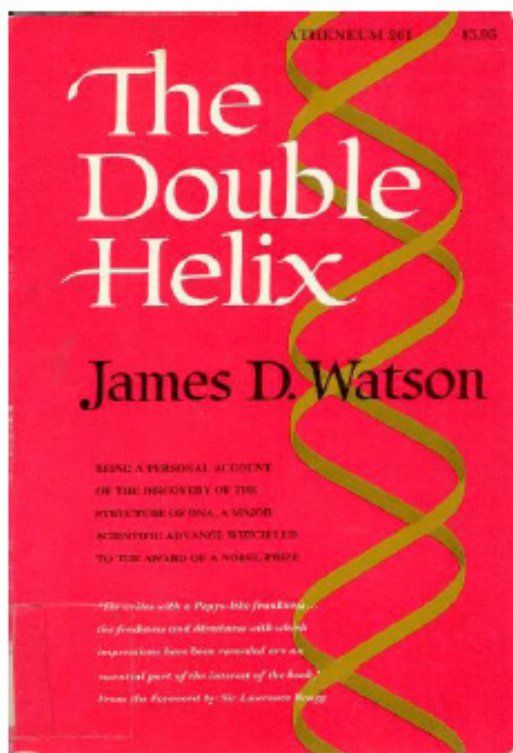
πιστημίου του Λονδίνου. Ο Maurice Wilkins θα προσκομίσει στους James Watson και Francis Crick, τα αποτελέσματα της αξιολογώτατης επιστήμονος Rosalind Franklin των πειραμάτων ακτίνων-X σε καθαρούς κρυστάλλους της Β μορφής του DNA (Εικόνα 3). Οι ερευνητές αυτοί με χρήση μοριακών μοντέλων και με τη βοήθεια της αποτυχημένης προσπάθειας του Linus Pauling (1901-1996) ο οποίος δημοσιεύει τη λανθασμένη δομή του DNA ως τριπλή έλικα, κατορθώνουν να φτάσουν πολύ κοντά στην επίλυση της δομής του DNA. Το πρώτο δίδαγμα από αυτή την ιστορία είναι ότι ακόμη και τεράστιας εμπέλειας ερευνητές όπως ο Linus Pauling μπορεί να υποπέσουν σε λάθη. Αυτά δεν αφαιρούν από την αίγλη της επιστημονικής προσωπικότητας, αλλά προάγουν την επιστήμη προς τον ορθό δρόμο. Το δεύτερο δίδαγμα είναι ότι κάθε μεγάλη ανακάλυψη έχει πίσω της κάποιο σημαντικό επιστημονικό υπόβαθρο. Αναμφισβήτητο, η συνεισφορά της Rosalind Franklin είναι τεράστια. Χωρίς τα πειραματικά αποτελέσματα των ακτίνων-X που έλαβε στο εργαστήριο της, οι Watson και Crick δεν θα μπορούσαν να δημιουργήσουν το μοριακό μοντέλο της διπλής έλικας του DNA. Η αποτυχία τους να ζευγαρώσουν με ορθό τρόπο τις βάσεις του DNA γίνεται επιτυχία μετά από υπόδειξη του Jerry Donohue ότι αυτές βρίσκονται στην κετονική μορφή και όχι την ενολική μορφή, όπως προτεινόταν στα εκπαιδευτικά εγχειρίδια και εφαρμόζον στα μεταλλικά τους μοντέλα.

Κι εδώ εξάγεται ένα σπουδαίο δίδαγμα. Ο άνθρωπος πρέπει να είναι ανοικτός στη γνώση. Πολλές φορές τα βιβλία και οι επιστημονικές γνώσεις μπορεί να περιέχουν σφάλματα. Ο άνθρωπος καλείται να ανακαλύψει και να έχει ορθάνοικτα τα μάτια του ώστε να τα διορθώσει. Στις 28.2.1953 μετά την υπόδειξη του Jerry Donohue, οι δύο επιστήμονες κατορθώνουν να ζευγαρώνουν ορθά τις βάσεις του DNA και ανακαλύπτουν ότι ο φορέας κληρονομικότητας DNA παρουσιάζει δομή διπλή έλικας. Αυτή η δομή εξηγεί και τη δυνατότητα αντιγραφής του γενετικού υλικού. Μία από τις μεγαλύτερες επιστημονικές επιτεύξεις επιτελείται και ο James Watson βροντοφωνάζει ως νέος Αρχιμήδης «Εύρηκα-Εύρηκα». Η γνώση γύρω από το γενετικό υλικό πληθαίνει με την ανακάλυψη αυτή, νέοι ορίζοντες και προοπτικές ανοίγονται στην

ανθρώπινη επιστημονική γνώση που υφίσταται μεγαλειώδη «Άνωση». Η Μοριακή Βιολογία και Ιατρική, η Γενετική, Γενετική Μηχανική και Βιοτεχνολογία αναπτύσσονται λόγω αυτής της μεγάλης ανακάλυψης (Εικόνα 4).

Οι εργασίες τους γύρω από τη δομή του DNA δημοσιεύονται στο περιοδικό Nature τις 25 Απριλίου και 30 Μαΐου 1953. Ιδιαίτερα, η πρώτη δημοσίευση αποτελεί πρότυπο ερευνητικής δημοσίευσης. Αν και είναι μικρή σε έκταση, είναι μεστή σε επιστημονικό περιεχόμενο. Για πρώτη φορά οι δύο ερευνητές διατυπώνουν μία σχέση δομής βιοδραστικότητας. Η δομή του DNA προτυπώνει τον τρόπο αντιγραφής του γενετικού υλικού. Το δίλημμα ποιος από τους δύο συγγραφείς θα αποτελούσε το πρώτο όνομα στη δημοσίευση αφήνεται να το προσδιορίσει η κλήρωση. Η κλήρωση χαμογελά στον J. Watson. Το περιστατικό αυτό αποτελεί ένα δίδαγμα στους ερευνητές να αφήνουν τα δισεπίλυτα προβλήματα της πρωτιάς στις δημοσιεύσεις να τα λύνει η τύχη παρά η διαμάχη και η επιβολή. Ο James Watson θα υπηρετήσει μετά την ανακάλυψη του DNA (1956-1976) ως καθηγητής Βιολογίας, διδάσκοντας Μοριακή Βιολογία σε ένα άλλο Cambridge, της Βοστώνης των Η.Π.Α. (Εικόνα 5). Επίσης, από το 1968-2007 θα υπηρετεί κατ' αρχήν ως διευθυντής, μετά ως Πρόεδρος και τέλος ως Πρύτανης το εργαστήριο του Cold Spring Harbor που εδρεύει στο Long Island. Σήμερα είναι Επίτιμος Πρύτανης του ίδιου εργαστηρίου. Οι ερευνητικές δραστηριότητές του εστιάζουν στη χρήση της γενετικής για τη θεραπεία του καρκίνου και ασθενειών του εγκεφάλου.

Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι έχει συμμετάσχει στο πρόγραμμα της εγκαθίδρυσης του ανθρώπινου γονιδιώματος (1988-1992). Θα αναγκαστεί να παραιτηθεί από την προσπάθεια αυτή λόγω της διαφωνίας του που είχε με τον επικεφαλής του Εθνικού Ινστιτούτου Υγείας Η.Π.Α. όσον αφορά την ιδιωτική κατοχύρωση με διπλώματα ευρεσιτεχνιών των γονιδιακών ακολουθιών. Είναι ένθερμος υποστηρικτής του ότι η ανθρώπινη επιστημονική γνώση πρέπει να είναι προσβάσιμη σε όλους τους επιστήμονες, ώστε να μπορεί ευκολότερα και με λιγότερο κόστος να διαχέεται προς αυτούς που θέλουν να αναπτύξουν το ερευνητικό πεδίο ενδιαφέροντος τους. Εραστής και μύστης της ελίας, δηλαδή της ειρήνης, θα διαφωνήσει για την εμπλοκή της Αμερικής στον πόλεμο του Βιετνάμ. Θα αντιταχθεί επίσης στη χρήση της πυρηνικής ενέργειας από ιδιώτες. Ο Watson πιστεύει ότι οι επιστημονικές έρευνες στη γενετική θα οδηγήσουν στη θεραπεία του καρκίνου. Είναι πεπεισμένος ότι η ορθή χρήση της ανακάλυψης του DNA θα οδηγήσει προς την ελάττωση του ανθρώπινου πόνου. Αυτή η αισιοδοξία του μας επιβεβαιώνει ότι η ανακάλυψη αυτή, παρά τα προβλήματα ευγονικής και βιοηθικής που εμφωλεύει και που η νομική επιστήμη προσπαθεί να επιλύσει, μπορεί να ανάγει την ανθρωπότητα προς το φως. Ναι, με απέραντη αγάπη και με το καράβι μας να αρμενίζει για νέες ανακαλύψεις γύρω από το DNA θα συνεχίσει η επιστημονική κοινότητα να ερευνά με αισιοδοξία.



Εικόνα 5: Βιβλία με συγγραφέα τον James D. Watson

Η Χημεία του

Br³⁵eaking Ba⁵⁶d

Δρ Σπύρος Κιτσινέλης

Ένα αυτοκινούμενο τροχόσπιτο (RV) διασχίζει τη σιωπή της ερήμου του Νέου Μεξικού. Ο οδηγός, φορώντας μόνο το εσώρουχό του και μια μάσκα αερίων, εμφανώς με τα σημάδια της μέσης ηλικίας πάνω του, το κατευθύνει μέχρι να καταλήξει με κρότο σε μια χωμάτινη όχθη. Η πόρτα ανοίγει απότομα, ο οδηγός πέφτει έξω και βλαστημώντας, τραβάει τη μάσκα από το πρόσωπό του: είναι ο Walter H. White, 50 ετών, με γυαλιά, ένας ιδιαίτερα ταλαντούχος επιστήμονας που νιώθει οδοένα και περισσότερο απογοητευμένος από την εργασία του σε ένα Λύκειο στο Αλμπουκέρκη. Για να βοηθήσει την οικογένειά του να τα βγάλει πέρα, ο Walter αναγκάζεται να βρει μια δεύτερη δουλειά σε πληντήριο αυτοκινήτων.

Walter H. White: ήρωας ή αντι-ήρωας; Κινητήρια δύναμη ή απλώς παρασυρμένος από τις περιστάσεις; Ένα όμως είναι βέβαιο: Είναι **Χημικός**. Καλώς ήρθατε στο *Breaking Bad*.

Στην αρχή της σειράς διαγιγνώσκεται με καρκίνο του πνεύμονα και μπροστά στον φαινομενικά αναπόφευκτο και επικείμενο θάνατό του, αναζητά έναν τρόπο να εξασφαλίσει

οικονομικά την οικογένειά του, τη σύζυγό του Skyler, που βρίσκεται σε προχωρημένη εγκυμοσύνη και τον γιο τους Walter Jr., ο οποίος έχει κινητικά προβλήματα. Μαθαίνοντας πόσα χρήματα μπορούν να κερδηθούν από το εμπόριο ναρκωτικών, συνοδεύει τον γαμπρό του Hank Schrader, πράκτορα της DEA (Drug Enforcement Administration), σε μια επιχείρηση εφόδου. Εκεί αναγνωρίζει τον πρώην μαθητή του, Jesse Pinkman να τρέπεται σε φυγή από το σημείο.

Με έναν συνδυασμό ψυχρού υπολογισμού και απόλυτης απόγνωσης, ο Walter αποφασίζει να εμπλακεί στο εμπόριο ναρκωτικών και να συνθέσει κρυσταλλική μεθαμφεταμίνη (N-μεθυλαμφεταμίνη) εξαιρετικά υψηλής καθαρότητας. Εξαναγκάζει τον Jesse σε συνεργασία, υπενθυμίζοντάς του τις διασυνδέσεις του με την DEA, ώστε να εξασφαλίσει τις απαραίτητες επαφές για την πώληση και τη διανομή της μεθαμφεταμίνης. Αυτός ο μάλλον ακούσιος αλλιά κατά τα φαινόμενα λογικός συνδυασμός επιστημονικής εξειδίκευσης και γνώσης της αγοράς των ναρκωτικών γνωρίζει κορυφώσεις και πτώσεις κατά τη διάρκεια της σειράς όπως συχνά συμβαίνει και σε άλλες νεοφυείς επιχειρήσεις [1].

Τα οικονομικά ζητήματα, οι πτυχές της μεσοαστικής εκπαίδευσης και η επίδραση της νέας αυτής δραστηριότητας στην προσωπικότητα του Walter, καθώς και οι καταστροφικές συνέπειες της χρήσης ναρκωτικών [2], θα απασχολήσουν ελάχιστα το παρόν άρθρο. Η εστίαση εδώ είναι στη χημεία του *Breaking Bad* και στον τρόπο με τον οποίο παρουσιάζεται και αξιολογείται ως προς την επιστημονική της πιθανότητα.

Crystal Meth – Το χημικό πρωταγωνιστής της σειράς

Η N-μεθυλαμφεταμίνη ((S)-N-μεθυλ-1-φαινηλοπροπάνιο-2-αμίνη), γνωστή και ως meth, crystal ή pervitin, είναι το ναρκωτικό στο επίκεντρο του *Breaking Bad*. Η επιστημονική βιβλιογραφία περιγράφει πολλές διαφορετικές μεθόδους σύνθεσης [3], οι οποίες απαντώνται στη «γκρίζα» βιβλιογραφία και σε ιστολόγια. Καθώς οι συγγραφείς δεν διαθέτουν



πρακτική εμπειρία στη σύνθεση κρυσταλλικής μεθαμφεταμίνης μπορούν να βασιστούν μόνο σε τέτοιες πηγές.

Στην αρχή, ο Walter ακολούθει μια σύνθεση βασισμένη στην ψευδοεφεδρίνη. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται και στην πραγματικότητα, όπως και στη σειρά, από πολλούς παρασκευαστές μεθαμφεταμίνης. Ωστόσο, εφαρμόζοντας τις γνώσεις του στη χημεία, τις πειραματικές του δεξιότητες και ένα ημι-επαγγελματικό εργαστηριακό περιβάλλον, ο Walter καταφέρνει να επιτύχει πολύ καλύτερα αποτελέσματα. Η βασική ουσία, η ψευδοεφεδρίνη, είναι ένα φυτικής προέλευσης αλκαλοειδές της κατηγορίας των φαινυλαιοθυλαμινών και χρησιμοποιείται εμπορικά για την αντιμετώπιση της ρινικής και ιγμοριακής συμφόρησης. Μπορεί να εξαχθεί από σχετικά φαρμακευτικά σκευάσματα αλλά λόγω των περιορισμών στην πώλησή της, απαιτείται ένα εκτεταμένο δίκτυο προμήθειας, το οποίο συνήθως περιλαμβάνει μεγάλο αριθμό χρηστών ναρκωτικών ώστε να εξασφαλιστούν οι απαραίτητες ποσότητες. Καθώς οι χρήστες μπορούν να αποκτήσουν κάθε φορά μόνο ελάχιστες ποσότητες μέσω αυτής της τακτικής, που ονομάζεται “smurfing” δηλαδή με συνεχή αγορά μικρών ποσοτήτων μέσω συνταγών ή κλοπής, η διαθεσιμότητα της βασικής ουσίας είναι πάντα κρίσιμος παράγοντας.

Σύνθεση Blue Meth

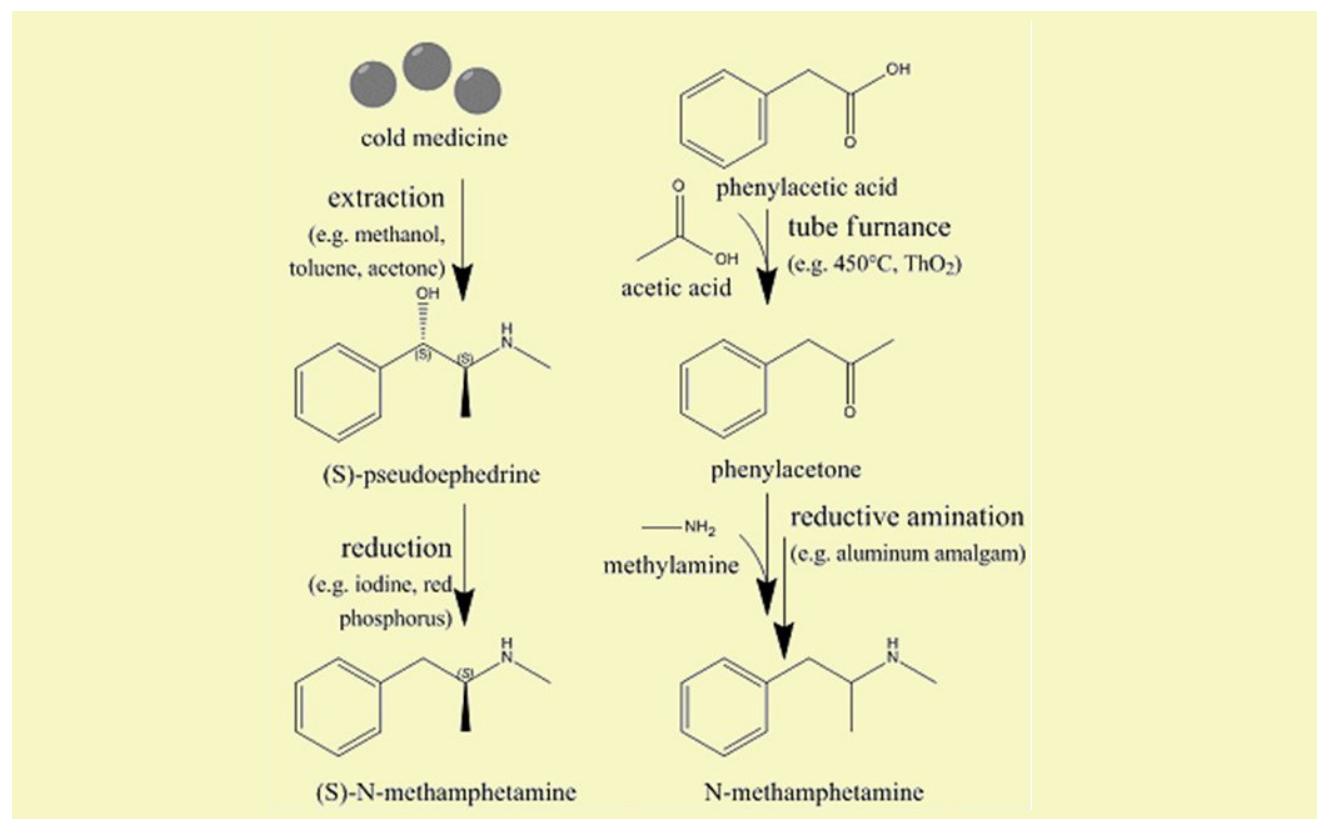
Ο Walter προχωρά στην ανάπτυξη μιας μεθόδου σύνθεσης βασισμένης στη μεθυλαμίνη, στο οξικό οξύ και στο φαινυλοοξικό οξύ, αν και η απόκτησή τους συνοδεύεται από δικές της προκλήσεις. Ωστόσο, δεν είναι απολύτως σαφές από πού

προμηθεύεται ο Jesse ορισμένα συστατικά της νέας σύνθεσης (π.χ. τον καταλύτη οξειδίου του θορίου), σίγουρα όχι από το τοπικό φαρμακείο.

Λαμβάνοντας υπόψη τη στερεοχημεία, η εναλλακτική συνθετική οδός πιθανότατα οδηγεί στην παραγωγή του λιγότερο ψυχοδραστικού ρακεμικού μίγματος (racemate). Δυστυχώς, αυτό καθιστά τη «συγκλονιστική» επίδραση του προϊόντος, η οποία συχνά τονίζεται στη σειρά, αρκετά αμφίβολη.

Το γεγονός ότι η (S)-N-μεθυλαμφεταμίνη είναι φαρμακολογικά πολύ πιο δραστική από το R-ισομερές [2] θα έπρεπε να μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι το ρακεμικό μίγμα έχει ασθενέστερη δράση. Οι χαρακτήρες, ή τουλάχιστον οι δημιουργοί της ιστορίας, φαίνεται, ωστόσο, να γνωρίζουν αυτή τη διαφορά. Ο Walter θέτει ένα ρητορικό ερώτημα σε μια στιγμή απόγνωσης, αναδεικνύοντας την ανώτερη επιστημονική του κατάρτιση και την αναντικατάστατη παρουσία του: **«Αν η παραγωγή μας δεν είναι στερεοειδική (stereospecific), πώς μπορεί το προϊόν μας να είναι εναντιομερώς καθαρό;»** (Επεισόδιο IV-1).

Ένα ακόμη βασικό χαρακτηριστικό του προϊόντος του Walter είναι το μπλε χρώμα του, το οποίο οδηγεί στην ονομασία “Blue Meth”. Παραμένει, ωστόσο, ασαφές από πού προέρχεται αυτό το χρώμα και πιθανότατα μπορεί να θεωρηθεί καθαρά δραματουργικό εύρημα. Μπορεί κανείς μόνο να υποθέσει ότι χαρακτηριστικές προσμίξεις π.χ. από τη βασική ουσία ή από παραπροϊόντα της σύνθεσης, θα μπορούσαν να προκαλούν τέτοιο μπλε χρωματισμό. Έχει ήδη αποδειχθεί ότι τέτοιες «υπογραφές» διαφορετικών συνθετικών οδών ή πα-





ραγωγών μπορούν γενικά να αναγνωριστούν αναλυτικά [3]. Καθ' όλη τη διάρκεια της σειράς, οι αναφορές στην καθαρότητα της κρυσταλλικής μεθαμφεταμίνης γίνονται συνήθως σε καθαρά φαινομενολογικό επίπεδο (Επεισόδιο I-1) ή ανακοινώνεται απλώς το αναλυτικό αποτέλεσμα (Επεισόδιο I-4). Οι αναλυτικές μέθοδοι δεν επεξηγούνται ουσιαστικά, με ελάχιστες και ασαφείς εξαιρέσεις. Για παράδειγμα, σε ένα μεξικανικό εργαστήριο ναρκωτικών χρησιμοποιείται ένας αέριος χρωματογράφος χωρίς περαιτέρω εξήγηση (Επεισόδιο IV-10). Στο *Breaking Bad*, η χημεία παρουσιάζεται ξεκάθαρα ως **επιστήμη παραγωγής** και όχι ως αναλυτική επιστήμη.

Ξεκινώντας μηχανή με αυτοσχέδια μπαταρία!

Στον δρόμο προς την κορυφή της παράνομης παραγωγής ναρκωτικών στο Νέο Μεξικό, ο Walter και ο Jesse βελτιώνουν σταδιακά τον εργαστηριακό τους εξοπλισμό. Ο Walter κλέβει βασικό εξοπλισμό και χημικά από το σχολείο του, ενώ ο Jesse εξασφαλίζει πιο εξειδικευμένα υλικά μέσω ύποπτων διαύλων. Ωστόσο, δεν είναι πραγματικά εφικτό να πραγματοποιηθεί σύνθεση σε εργαστηριακή κλίμακα στο σχολικό εργαστήριο του Walter ή ακόμη και μέσα στην πόλη, χωρίς να προκληθεί προσοχή. Έτσι, οι δύο τους αποκτούν ένα τροχόσπιτο (RV) το οποίο μπορούν να χρησιμοποιήσουν ως κινητό εργαστήριο και οδηγούν στην έρημο για να «μαγειρέψουν».

Κατά την πρώτη μεγάλη περίοδο παραγωγής, μια αλυσίδα ατυχών γεγονότων, κυρίως λόγω της απεισκευσίας του Jesse, οδηγεί στο να αδειάσει εντελώς η μπαταρία του τροχόσπιτου (Επεισόδιο II-9). Καθώς δεν φαίνεται να υπάρχει τρόπος να ξεκινήσει ο κινητήρας και ακινητοποιημένοι στη μέση του πουθενά, ο Walter και ο Jesse αρχίζουν σιγά σιγά να πανικοβάλλονται, όπως θα περίμενε κανείς. Ωστόσο, η

γνώση της χημείας αποδεικνύεται για άλλη μια φορά πολύτιμη. Χρησιμοποιώντας βίδες, νομίσματα του ενός δολλαρίου (γαλβανισμένο μέταλλο) και τακάκια φρένων (γραφίτης με οξείδιο του υδραργύρου), ο Walter κατασκευάζει ηλεκτροχημικές κυψέλες. Αυτές παράγουν αρκετή ενέργεια ώστε να ξεκινήσει ο κινητήρας και να τους σώσει.

Ωστόσο, η αυτοσχέδια μπαταρία του Walter θα μπορούσε στην πραγματικότητα να αποδώσει το πολύ 9,66 V, ακόμη και σε ένα υπεραπλοστευμένο, ιδανικό σενάριο. Θα αρκούσε αυτή η τάση για να εκκινήσει τον κινητήρα ενός τροχόσπιτου; Πιθανότητα όχι. Οι μπαταρίες 12 V είναι ο κανόνας και κατά την εκκίνηση παρατηρείται πολύ μεγάλη πτώση τάσης (>10 V), ειδικά σε ψυχρές συνθήκες. Το κύριο πρόβλημα, όμως, είναι ότι τα λεπτά καλώδια που χρησιμοποιεί ο Walter για να συνδέσει τις γαλβανικές κυψέλες φαίνονται εντελώς ακατάλληλα για να μεταφέρουν το τυπικά απαιτούμενο ελάχιστο ρεύμα εκκίνησης ενός κινητήρα, περίπου 400 A.

Αλληλεπίδραση με προμηθευτές, ανταγωνιστές και άλλους επιχειρηματικούς εταίρους

Η επιτυχία στις πωλήσεις δεν εξαρτάται μόνο από την ποιότητα του προϊόντος, αλλά και από το μάρκετινγκ και τα ζητήματα εφοδιαστικής. Ο Jesse και ο Walter δεν χρειάζεται να ανησυχούν ιδιαίτερα για το μάρκετινγκ καθώς η ποιότητα της Blue Meth που φτιάχνουν μιλάει από μόνη της. Ο Jesse εντοπίζει επίσης τα κέντρα απεξάρτησης ως πιθανή «αγορά» για το προϊόν. Προσποιούμενος ότι θέλει να απεξηρτηθεί, συμμετέχει σε ομαδικές συνεδρίες με φίλους του και ενθουσιάζει τους χρήστες εκεί με τις «απερίγραπτες κορυφώσεις» που είχαν βιώσει με τη Blue Meth.

Το ζήτημα της εφοδιαστικής αλυσίδας και κυρίως των πωλήσεων παραμένει. Ο Walter και ο Jesse αντιλαμβάνονται

γρήγορα ότι η βία αποτελεί συνθισμένο και αποτελεσματικό μέσο για την επιβολή συμφερόντων στην αγορά των ναρκωτικών.

Η πρώτη τους εμπειρία με τη βία συμβαίνει ήδη στο πιλοτικό επεισόδιο (I-1), με δύο μικροδιακινητές, τον Emilio και τον Krazy-8. Η κατάσταση εκτροχιάζεται κατά τη διάρκεια μιας διαπραγμάτευσης στην έρημο, όταν ο Emilio παίρνει τον Walter για κατάσκοπο της DEA. Ο Walter καταφέρνει να σώσει τη δική του ζωή και του Jesse, παρασύροντας τους δύο διακινητές στο τροχόσπιτο-εργαστήριο, ρίχνοντας ερυθρό φώσφορο σε ήδη θερμαινόμενο υγρό, τρέχοντας έξω από το RV και κλειδώνοντας την πόρτα. Ο Emilio πεθαίνει μέσα στο όχημα από τη φωσφίνη που παράγεται, ενώ ο Krazy-8 επιζεί αρχικά από τη σοβαρή δηλητηρίαση αλλά αργότερα στραγγαλίζεται από τον Walter στο υπόγειο του σπιτιού του Jesse.

Η Εξαφάνιση του πτώματος του Emilio χωρίς ίχνος

Η ανάγκη να εξαφανιστεί το πτώμα του Emilio χωρίς να αφήσει ίχνος δημιουργεί μία από τις πιο σουρεαλιστικές σκηνές ολόκληρης της σειράς *Breaking Bad* (Επεισόδιο I-2). Ο Walter κλέβει δύο δοχεία με υδροφθορικό οξύ από το σχολείο και δίνει εντολή στον Jesse να αγοράσει μια μεγάλη πλαστική δεξαμενή από πολυαιθυλένιο.

Ο Jesse προσεγγίζει τη δουλειά εντελώς απρόθυμα και δεν βρίσκει στο κατάστημα υλικών μια δεξαμενή αρκετά μεγάλη. Επιστρέφει σπίτι με άδεια χέρια, βάζει το πτώμα στη δική του κεραμική μπανιέρα στον πάνω όροφο, ρίχνει μέσα το οξύ και φεύγει. Λίγο αργότερα, ο Walter φτάνει στο σπίτι και φρίττει ενώ παρακολουθεί ανήμπορος καθώς η μπανιέρα καταρρέει διαπερνώντας το πάτωμα και τα άμορφα υπολείμματα του Emilio απλώνονται στο πάτωμα του κάτω ορόφου.

Παρά το γεγονός ότι η σκηνή έχει γυριστεί για μέγιστο σοκ, παρουσιάζει εντυπωσιακά βασικές αρχές ασφαλούς χειρισμού χημικών ουσιών.

Σε μεταγενέστερο επεισόδιο (IV-1), ο Walter και ο Jesse πραγματοποιούν αυτή τη διαδικασία πολύ πιο επαγγελματικά. Ένας μπράβος που σκοτώνεται προσωπικά από τον αρχινόν των ναρκωτικών Gus Fring, τοποθετείται αμέσως σε ένα χημικό βαρέλι, το οποίο γεμίζεται με υδροφθορικό οξύ. Σφραγίζουν το βαρέλι που φέρει εμφανώς την ένδειξη «ΔΙΑΒΡΩΤΙΚΟ» και το μεταφέρουν στον χώρο διάθεσης αποβλήτων μαζί με άλλους χημικούς ρύπους.

Ο Tuco και ο φουλημινικός υδράργυρος (Fulminated Mercury)

Αφού ο Emilio και ο Krazy-8 έχουν πλέον βγει από τη μέση, ο Walter και ο Jesse συναντούν τον διακινητή ναρκωτικών Tuco. Ο Tuco αποτελεί ζωντανή απόδειξη ότι η νοημοσύνη και η ροπή προς τη βία είναι γενικά αντιστρόφως ανάλογες. Ο Jesse ξυλοκοπείται από τον Tuco σε μια έκρηξη οργής και ο Tuco πρέπει να «συνετιστεί» από τον Walter ή «Heisenberg», όπως αποκαλεί πλέον τον εαυτό του.

Για να το πετύχει, ο Walter τον επισκέπτεται στο γραφείο του, προσποιούμενος ότι φέρνει μια παράδοση μεθαμφεταμίνης.

Όταν ο Tuco απειλεί και τον ίδιο, ο Walter πετάει έναν κρύσταλλο στο πάτωμα και η έκρηξη που ακολουθεί καταστρέφει το δωμάτιο. Ο Walter ξεκαθαρίζει ότι και η σακούλα με τους δόθεν κρυστάλλους meth που κρατάει είναι επίσης εκρηκτική και τον απειλεί ότι μπορεί να ανατινάξει ολόκληρο το κτίριο. Εξηγεί ότι πρόκειται για φουλημινικό υδράργυρο κεραυνού υδράργυρο (fulminated mercury) — «...ένα μικρό χημικό τρικ». Ο Tuco μένει εμφανώς άναυδος και συνεργάζεται. Πληρώνει αμέσως το ποσό που είχε απαιτήσει ο Walter και συμφωνεί να συνεχίσουν τις δουλειές τους.

Διάρρηξη σε χημική αποθήκη με θερμότητα

Η ακμάζουσα επιχείρηση ναρκωτικών φέρνει τα δικά της προβλήματα καθώς ο Jesse δεν μπορεί να προμηθευτεί αρκετή ψευδοεφεδρίνη για την παραγωγή των απαιτούμενων ποσοτήτων κρυσταλλικής μεθαμφεταμίνης. Έτσι, ο Walter αναπτύσσει μια νέα μέθοδο σύνθεσης που βασίζεται σε πρόδρομες χημικές ουσίες. Αυτή η νέα μέθοδος απαιτεί, μεταξύ άλλων, μεθυλαμίνη την οποία αποφασίζουν να κλέψουν από μια χημική αποθήκη.

Κατά τη διάρρηξή τους υπό την κάλυψη του σκοταδιού, ακινητοποιούν πρώτα τον φύλακα και στη συνέχεια ανοίγουν την πόρτα με χρήση θερμότητας. Παρότι τελικά τα καταφέρνουν, δρουν μάλλον αδέξια. Ο Hank Schrader, παρακολουθώντας το βίντεο από τις κάμερες ασφαλείας, τους χαρακτηρίζει «ηλίθιους», αν και δεν μπορεί να τους αναγνωρίσει λόγω των μεταμφιέσεών τους.

Η μηλε meth γίνεται ανάρπαστη

Η μηλε μεθαμφεταμίνη που παράγουν ο Walter και ο Jesse πουλάει τόσο καλά, ώστε ο Tuco αρχίζει να σκέφτεται την παραγωγή της σε πραγματικά μεγάλη κλίμακα στο Μεξικό υπό την «ομπρέλα» του μεξικανικού καρτέλ ναρκωτικών οπότε απαγάγει τον Walter και τον Jesse και τους μεταφέρει στο σπίτι του θείου του, του Hector Salamanca, ο οποίος ζει μόνος, βαθιά στην έρημο του Νέου Μεξικού. Εκεί περιμένει τα ξαδέλφια του θα μεταφέρουν τον Walter και τον Jesse στο Μεξικό (Επεισόδιο II-2).

Ο Hector είχε δουλέψει επί χρόνια ως εκτελεστής για μεξικανικό καρτέλ αλλά πλέον βρίσκεται σε αναπηρικό αμαξίδιο ύστερα από ένα εγκεφαλικό επεισόδιο που τον άφησε παράλυτο και μπορεί να επικοινωνεί μόνο με ένα κουδούνι προσαρτημένο στο αμαξίδιό του. Βλέποντας τις δυσκολίες που πλησιάζουν, ο Walter προσπαθεί να δηλητηριάσει τον Tuco με ρικίνη την οποία ρίχνει κρυφά πάνω σε μία εναντίσθαδα. Ο Hector προειδοποιεί τον ανιψιό του χτυπώντας νευρικά το κουδούνι και η προσπάθεια του Walter αποτυγχάνει. Ωστόσο, ο Tuco σκοτώνεται λίγο αργότερα από τον Hank Schrader.

Το εργαστήριο ναρκωτικών του Gus Fring

Στην προσπάθειά τους να βρουν νέο μεσάζοντα, ο Walter και ο Jesse συνεργάζονται με τον Gus Fring, που βρίσκεται πολύ ψηλά στην ιεραρχία του εμπορίου ναρκωτικών και χρησιμοποιεί την αλυσίδα fast food “Los Pollos Hermanos” ως

κάλυψη. Ο Gus οργανώνει ένα επαγγελματικό εργαστήριο σύνθεσης βιομηχανικής κηλίμακας στο υπόγειο ενός πληυτηρίου. Εκεί μπορούν να παραχθούν αρκετές εκατοντάδες κηλίδες κρυσταλλικής μεθαμφεταμίνης κάθε εβδομάδα.

Δυστυχώς ο χημικός που προσέλαβε ο Gus, ο Gale Boetticher, δεν καταφέρνει καν να πλησιάσει την ποιότητα του προϊόντος του Walter. Ο Gus κάνει στον Walter μια σημαντική οικονομική προσφορά για να εκπαιδεύσει τον Gale, μετά την οποία ο Walter προορίζεται να εξουδετερωθεί καθώς ο Gus τον θεωρεί αναξιόπιστο.

Ο Walter, αφού αρχικά δέχθηκε την προσφορά, υποψιάζεται ότι πρόκειται για παγίδα. Πριν ο εκτελεστής Mike Ehrmantraut προλάβει να δράσει, ο Walter φροντίζει ώστε ο Gale να πυροβοληθεί από τον Jesse για να προστατεύσουν τα δικά τους συμφέροντα και το δίδυμο αναγκάζεται πλέον να συνεργαστεί ξανά.

Το Μεξικανικό Κάρτελ Ναρκωτικών

Το μεξικανικό κάρτελ ναρκωτικών είναι δυσχερές να μην συνοδική κατάσταση, καθώς η αγορά του Μεξικού κυριαρχείται από τη Blue Meth και αρκετά μέλη τους έχουν χάσει τη ζωή τους σε βίαιες συνθήκες. Ο Jesse στέλνεται στο Μεξικό για να εκτονώσει την κατάσταση, εξηγώντας στα μέλη του κάρτελ τη σύνθεση της Blue Meth. Ο αδαζονικός τρόπος με τον οποίο ο Jesse, προφανώς λόγω άγνοιας για τις φυσικές επιστήμες, εξηγεί τις βασικές επιστημονικές αρχές στον έμπειρο υπεύθυνο εργαστηρίου αποτελεί προσβολή για κάθε γνήσιο χημικό (Επεισόδιο IV-10). Η μετέπειτα ανάλυση με αέρια χρωματογραφία του προϊόντος τον δικαιώνει, τόσο προς έκπληξή του όσο και προς έκπληξη όλων όσων βρίσκονται εκεί. Ο Gus εκμεταλλεύεται την ευκαιρία και εξολοθρεύει ολόκληρο το κάρτελ, επιστρέφοντας στη συνέχεια στο Αλμπουκέρκη με τον Jesse.

Τέλος, ο Walter συνειδητοποιεί ότι δεν θα επιβιώσει μετά το τέλος της επιχειρηματικής σχέσης με τον Gus Fring και αρχίζει να σχεδιάζει την εξουδετέρωσή του. Πείθει τον Jesse να τον υποστηρίξει, δηλητηριάζοντας ένα αγόρι κοντά στον Jesse με γλυκοζίτες από λευκό κρίνο της κοιλάδας (*lily of the valley*) και ρίχνοντας την ευθύνη στον Gus. Ο Hector Salamanca αναλαμβάνει τον ρόλο του βομβιστή αυτοκτονίας παρουσία του Gus, πυροδοτώντας μια βόμβα που ο Walter είχε προσαρτήσει στο αμαξίδιό του μέσω του κουδουνιού του.

Μετά τον θάνατο του Gus, ο Walter και ο Jesse καταστρέφουν τα αποδεικτικά στοιχεία βάζοντας φωτιά στο εργαστήριο. Η τελευταία σκηνή της τέταρτης σεζόν δείχνει την κάμερα να περνάει πάνω από το σπίτι του Walter και να σταματά σε μια γλάστρα. Στο κοντινό πλάνο, το όνομα «Lily of the Valley» διαβάζεται καθαρά.

STEM και τα Μέσα Μαζικής Ενημέρωσης

Οι επιστήμονες, οι τεχνολόγοι, οι μηχανικοί και οι μαθηματικοί (STEM) συχνά παίζουν δευτερεύοντες ρόλους στον κινηματογράφο και την τηλεόραση. Συχνά παρου-

σιάζονται ως «φυσιολάτρες» ή «παράξενοι» και τείνουν να παραμένουν στο περιθώριο. Η επιστημονική φαντασία συνήθως απεικονίζει τον επιστήμονα είτε ως ήρωα είτε ως τρελό με υπερβολικό τρόπο, ή ως έναν μάλλον παράξενο χαρακτήρα σε κωμωδίες [4]. Όταν εμφανίζεται η χημεία, συχνά παρουσιάζεται με εξωφρενικά ανακριβή τρόπο. Στο *Breaking Bad*, τίποτα από αυτά δεν υπάρχει. Αντίθετα, σοβαρά επιστημονικά θέματα ενσωματώνονται με επιδεξιότητα στις συνομιλίες, αναπτύσσοντας την ένταση μεταξύ των χαρακτήρων.

Στο Επεισόδιο (III-4), ο Walter και ο Jesse διαφωνούν για την ποιότητα της μεθαμφεταμίνης που παράγει ο Jesse με τη δεύτερη μέθοδο. Walter: «Τι χρησιμοποιήσες για την αναγωγή; Μη μου πεις... Διοξείδιο του λευκόχρυσου, έτσι;» Jesse: «Όχι. Αμάλαγμα υδραργύρου-αλουμινίου. Το διοξείδιο είναι δύσκολο να διατηρηθεί υγρό.»

Ο Walter αγαπά να χρησιμοποιεί τέτοιες ανταλλαγές για να ενισχύει τη θέση του, επιδεικνύοντας την υποτιθέμενη ανώτερη γνώση του. Δείχνει μια καθαρά υλιστική άποψη του κόσμου, στην οποία η χημεία παίζει κεντρικό ρόλο. Αυτό γίνεται προφανές όταν, συζητώντας με έναν φίλο, υπολογίζει το άθροισμα των στοιχειακών συστατικών του ανθρώπινου σώματος στο 99,888042 %. Απορρίπτει κατηγορηματικά την πρόταση του φίλου του ότι το υπόλοιπο 0,111958 % θα μπορούσε να είναι η ψυχή [5].

Σε μια συνομιλία με τον Gus Fring στο Επεισόδιο (III-5), ο Walter εξηγεί το κίνητρό του πίσω από τη δημιουργία ιδιαίτερα καθαρής κρυσταλλικής μεθαμφεταμίνης με δύο απλές προτάσεις: «Απλώς σέβομαι τη χημεία. Τη χημεία πρέπει να τη σέβεσαι.» Είναι βαθιά καταθλιμμένος βλέποντας πρώτα τον Jesse και στη συνέχεια έναν από τους συνεργάτες του Gus Fring να μπορούν να παράγουν εξαιρετικής ποιότητας κρυσταλλική μεθαμφεταμίνη σύμφωνα με τη μεθόδό του, χωρίς την παραμικρή κατανόηση της χημείας.

Πέρα από το *Breaking Bad*, είναι σχεδόν αδύνατο να βρει κανείς ευφυείς, επιστημονικά τεκμηριωμένους διαλόγους σε ταινίες. Σε ορισμένες ταινίες όπως *A Beautiful Mind*, *Proof*, *Good Will Hunting* και *Straw Dogs*, οι μαθηματικοί παίζουν τον πρωταγωνιστικό ρόλο. Ωστόσο, αυτές οι ταινίες ενδιαφέρονται κυρίως για το ψυχολογικό προφίλ του χαρακτήρα και όχι για την επιστήμη του. Παρόμοια είναι η κατάσταση και στη λογοτεχνία. Σπάνια βρίσκει κανείς καλή μυθοπλασία με επιστημονικό περιεχόμενο. Το αποτέλεσμα είναι ότι τα επαγγέλματα STEM δεν φαίνονται ιδιαίτερα ελκυστικά για πολλούς νέους, κάτι που αντανακλάται στην επιλογή επαγγέλματος και στη μετέπειτα έλλειψη εξειδικευμένων ανθρώπων.

Οι Guggolz και Karger διαμαρτυρήθηκαν πριν από χρόνια για την «... κοινή γνώμη και τους ιδιότροπους νέους φοιτητές ως πρόβλημα για την επιστήμη γενικά και τη χημεία ειδικότερα» [6]. Αν και τα πλεονεκτήματα μιας σωστής εκπαίδευσης στη χημεία είχαν επιδειχθεί εντυπωσιακά χρησιμοποιώντας το παράδειγμα του ήρωα της ζούγκλας Tibor



(χαρακτήρας σχεδιασμένος από τον Hansrudi Wäscher, παρόμοιος με τον Tarzan), η καλοπροαίρετη προσπάθεια απέτυχε πλήρως σε περίπου το ήμισυ του πληθυσμού. Γρήγορα γίνεται σαφές στον αναγνώστη ότι ένας χημικός τύπου «nerd», όπως ο Peter Parker (γνωστός και ως Spiderman), έχει ελάχιστες πιθανότητες με τα κορίτσια [6].

Ο Klaus Roth επίσης ξεκινά μια αναζήτηση για την ψυχή της επιστήμης στο χώρο της κωμικής λογοτεχνίας και αναλύει τις αδυναμίες της γερμανικής πανεπιστημιακής εκπαίδευσης βασισμένος στα βάσανα του φοιτητή χημείας Donald Duck [7]. Το πλαίσιο δείχνει μια δημοφιλή αλλά σοβαρά παραμορφωμένη ή απλώς λανθασμένη παρουσίαση των επιστημονικών εγκληματολογικών μεθόδων στις ταινίες. Κάποιος μπορεί να αμφιβάλει αν το λεγόμενο «φαινόμενο CSI» θα έχει πραγματικά οποιοδήποτε μακροπρόθεσμο όφελος για τα επαγγέλματα STEM [8].

Αλλά ας επιστρέψουμε στο *Breaking Bad*...

Πέρα από την κατά κύριο λόγο σωστή απεικόνιση των επιστημονικών λεπτομερειών, αυτή η τηλεοπτική σειρά είναι ιδανική για μια ψυχαγωγική βραδιά μετά από μια κουραστική μέρα στο εργαστήριο. Είναι απαιτητική, συναρπαστική, διασκεδαστική, συχνά σοκαριστική και φτιαγμένη με μεγάλη προσοχή στις λεπτομέρειες της χημείας.

Στην αρχή της σειράς και κατά τη διάρκεια των τίτλων, τα ονόματα του καστ εμφανίζονται περιέχοντας χημικά σύμβολα.

Ενα μικρό λάθος παρατηρείται στο επεισόδιο (I-7): το χημικό σύμβολο «T» δεν υπάρχει στον περιοδικό πίνακα.

Οι μέθοδοι που χρησιμοποιεί η μαφία των ναρκωτικών είναι αρκετά ρεαλιστικές, όσο μας δείχνει τουλάχιστον η βιβλιογραφία [9]. Οι χημικοί μαθαίνουν από τον χαρακτήρα του Jesse Pinkman για τις καθημερινές δυσκολίες που αντιμετωπίζει κάποιος με περιορισμένη εκπαίδευση στις φυσικές επιστήμες. Από την άλλη, η μοίρα του Gale Boetticher δείχνει ότι η υπερβολική γνώση τη λάθος στιγμή μπορεί να είναι μοιραία. Πολύ λίγη γνώση είναι επικίνδυνη, πάρα πολλή γνώση επίσης [10]. Ο Walter H. White εφαρμόζει το αναλυτικό του μυαλό τόσο μέσα στο εργαστήριο όσο και έξω από αυτό, γεγονός που του σώζει τη ζωή πολλές φορές στις αλληλεπιδράσεις του με εμπόρους ναρκωτικών, άλλους εγκληματίες και τη DEA.

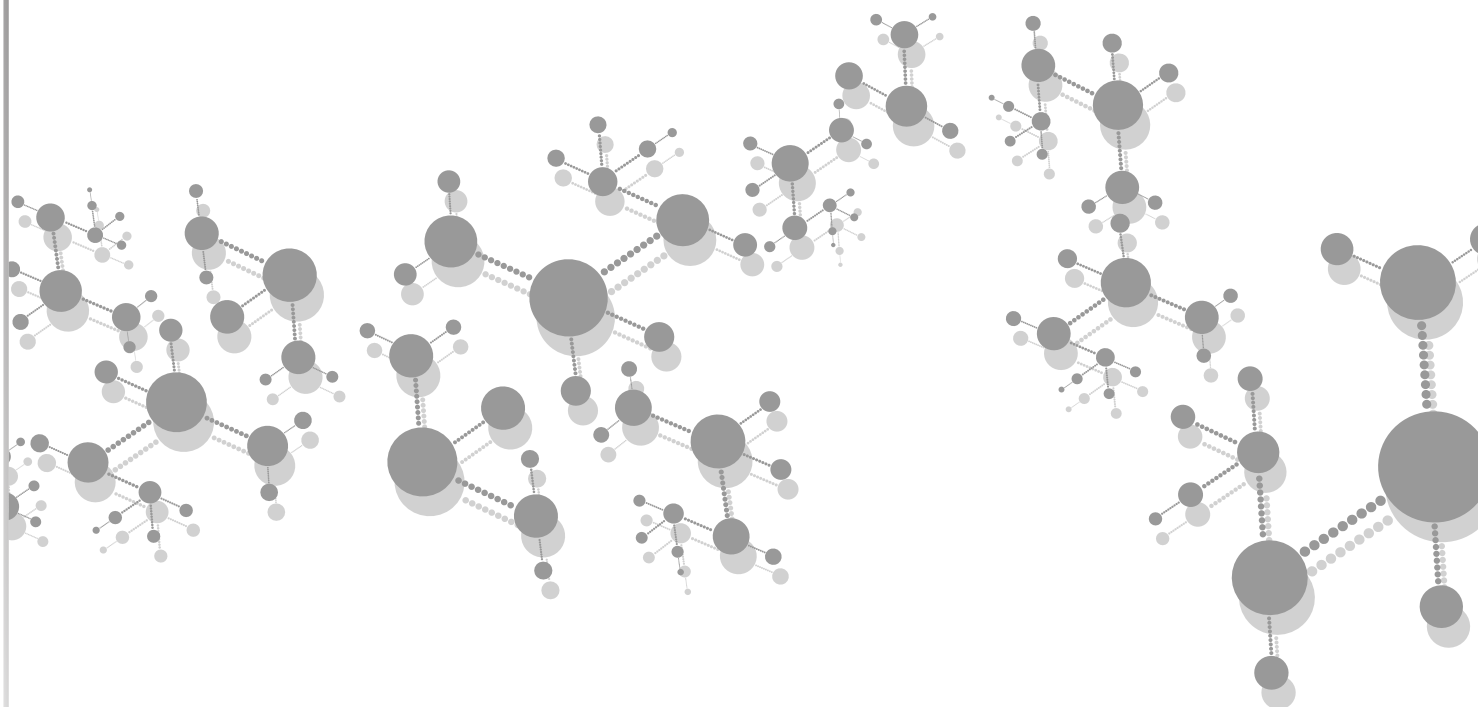
Το *Breaking Bad* είναι τόσο εθιστικό όσο η Blue Meth του Walter. Όποιος ενδιαφέρεται να παρακολουθήσει τη σειρά, ωστόσο, θα πρέπει να δει όλα τα επεισόδια με χρονολογική σειρά. Και ίσως ο Walter H. White να δελεάσει έναν ή δύο θεατές να ακολουθήσουν τον ενάρετο δρόμο ενός πανεπιστημιακού μαθήματος STEM.

Βασισμένο στο γερμανικό άρθρο

Die Chemie bei *Breaking Bad*, Falk Harnisch, Tunga Salthammer, *Chem. Unserer Zeit* **2013**, 47,214–221, DOI: 10.1002/ciuz.201300612

Πηγές

- [1] B. Osterath, *Nachr. Chem.* **2011**, 59, 427–428. DOI: 10.1002/nadc.201177777
- [2] C. W. Meredith, C. Jaffe, K. Ang-Lee, A. J. Saxon, *Harv. Rev. Psychiatry* **2005**, 13, 141–154. DOI: 10.1080/10673220591003605
- [3] N. Stojanovska, S. Fu, M. Tahtouh, T. Kelly, A. Beavis, K. P. Kirkbride, *Forensic Sci. Int.* **2013**, 224, 8–26. DOI: 10.1016/j.forsciint.2012.10.040
- [4] S. Perkowitz, *Hollywood Science*, Columbia University Press, New York, **2007**.
- [5] D. R. Koepsell, R. Arp, *Breaking Bad and Philosophy*, Open Court Publishing, Chicago, **2012**; Vol. 67.
- [6] E. Guggolz, G. Karger, *Nachr. Chem.* **2000**, 48, 490–495. DOI: 10.1002/nadc.20000480419
- [7] K. Roth, *Chem. Unserer Zeit* **2004**, 38, 128–132. DOI: 10.1002/ciuz.200490022
- [8] M. Jäckel, *Medienwirkungen*, VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden, Germany, **2011**.
- [9] I. Grillo, *El Narco – The Bloody Rise Of Mexican Drug Cartels*, Bloomsbury Publishing, London, **2011**.
- [10] A. Fischer, *Nachr. Chem.* **2011**, 59, 621. DOI: 10.1002/nadc.201181792
- [11] R. M. Herbst, R. H. Manske, *Methyl Benzyl Ketone*, *Organic Syntheses* **1936**, XVI, 47.
- [12] N. Wiberg, *Hollemann–Wiberg: Lehrbuch der Anorganischen Chemie*, 102 Ed., Walter de Gruyter, Berlin, **2007**.
- [13] Air Liquide Deutschland GmbH, *Sicherheitsdatenblatt Phosphin* (gemäß RL 1907/2006EG). Rev.-Ausgabe Nr. 3-01 vom 7.2.2011, Sicherheitsdatenblatt-Nr.: 100-ALD, Düsseldorf.
- [14] J. Angerer, M. Fleischer, G. Machata, W. Pilz, K. H. Schaller, H. Seiler, M. Stoeppler, H. Zorn, *Aufschlußverfahren zur Bestimmung von Metallen in biologischem Material*, The MAKCollection for Occupational Health and Safety, Wiley-VCH, Weinheim, **2002**.
- [15] K. Bensmann, *Chem. Unserer Zeit* **2007**, 41, 427. DOI: 10.1002/ciuz.200790065
- [16] W. Beck, J. Evers, M. Göbel, G. Oehlinger, T. M. Klapötke, *Z. Anorg. Allge. Chem.* **2007**, 633, 1417–1422. DOI: 10.1002/zaac.200700176
- [17] F. W. Hall, *Aluminothermic Processes*, *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Processes*, Wiley-VCH, Weinheim, **2012**, 471. DOI: 10.1002/14356007.a01_447
- [18] E. A. E. Garbner, *J. Food Prot.* **2008**, 71, 1875–1883. Link
- [19] D. Frohne, H. J. Pfänder, *Giftpflanzen*, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart, **2004**.



Η Χημεία των Χριστουγέννων

Ένα επιστημονικό ταξίδι πίσω από τα αρώματα, τα χρώματα, το φως και τα υλικά των γιορτών

Δρ Σπύρος Κιτσινέλης



Τα Χριστούγεννα αποτελούν ίσως την πιο αισθητηριακά πλούσια περίοδο του έτους. Η ατμόσφαιρα των γιορτών σχηματίζεται από ένα πολύπλοκο μωσαϊκό αρωμάτων, χρωμάτων, ήχων και υφών, τα οποία σε συνδυασμό δημιουργούν αυτό που συχνά αποκαλούμε «μαγεία». Ωστόσο, πίσω από αυτή τη μαγεία κρύβεται μία εντυπωσιακή ποικιλία χημικών φαινομένων. Κάθε μυρωδιά που συνδέουμε με την παιδική μας μνήμη, κάθε λαμπύρισμα στις γιρλάντες, κάθε γεύση στα χριστουγεννιάτικα γλυκά και κάθε γυαλάδα στις στολισμένες επιφάνειες έχει έναν συγκεκριμένο χημικό μηχανισμό που την παράγει. Η Χημεία όχι μόνο εξηγεί αυτά τα φαινόμενα, αλλά και τα καθιστά εφικτά αφού επιτρέπει την παραγωγή υλικών, χρωμάτων, τροφίμων και τεχνολογιών που σήμερα θεωρούμε αυτονόητα.

Σκοπός του παρόντος άρθρου είναι να αναδείξει τον κρυμμένο χημικό κόσμο των Χριστουγέννων. Από τα μπαχαρικά μέχρι τα LED που φωτίζουν τα δέντρα, από τη σύνθεση των στολιδιών μέχρι τα κρυσταλλικά θαύματα του χιονιού, η χημεία εξηγεί γιατί τα Χριστούγεννα δεν είναι απλώς μία πολιτισμική εορτή, αλλά και ένα φυσικοχημικό φαινόμενο.

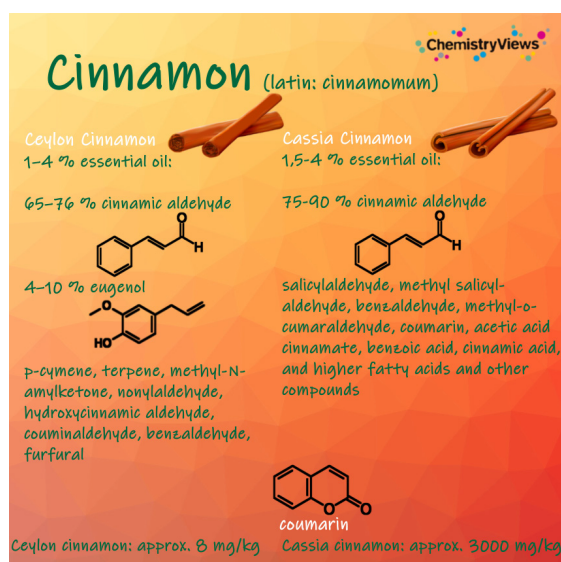
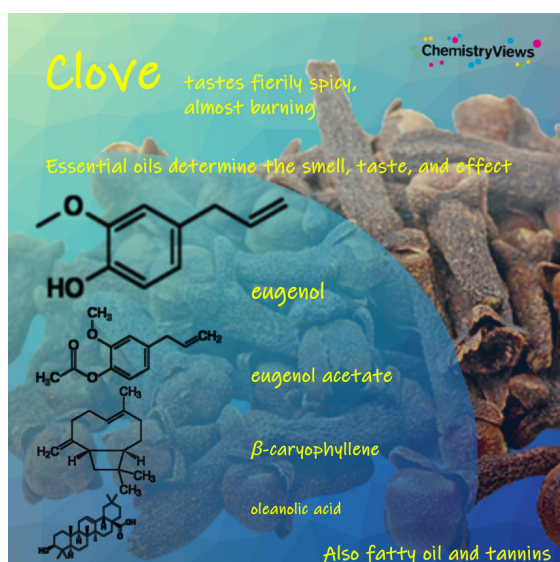
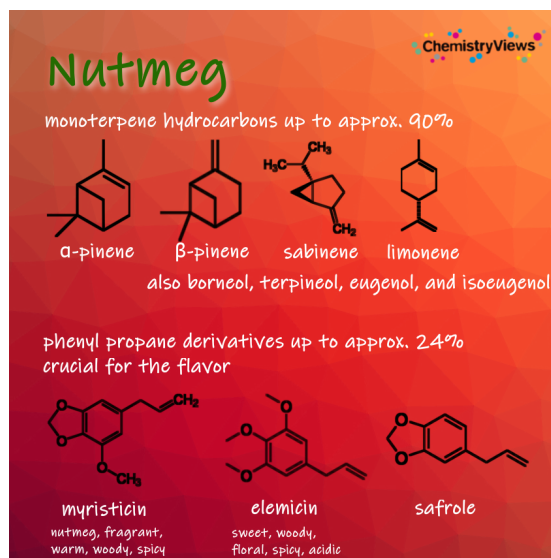
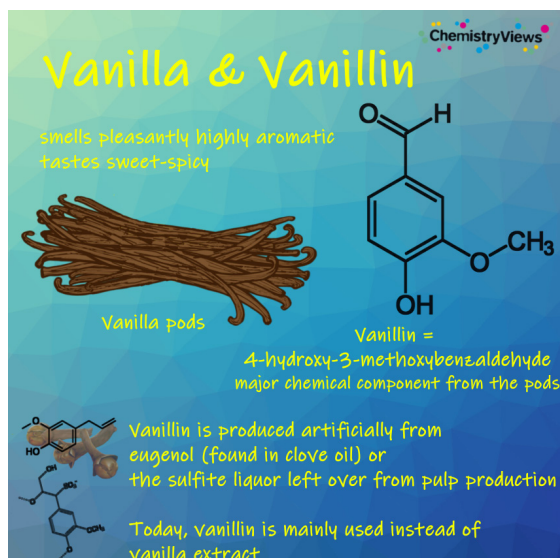
Αρώματα και γεύσεις: Οργανικές ενώσεις που ορίζουν τις γιορτές

Η οσφρητική εμπειρία των Χριστουγέννων είναι ίσως το πιο ισχυρό αισθητηριακό τους χαρακτηριστικό. Τα μπαχαρικά που

κυριαρχούν στη ζαχαροπλαστική της εποχής, όπως η κανέλα, το γαρύφαλλο, το μοσχοκάρυδο και η βανίλια, αποτελούν πλούσιες πηγές πτητικών οργανικών ενώσεων. Καθεμία από αυτές τις ουσίες έχει μοναδική χημική δομή που ευθύνεται για την ιδιαίτερη οσμή της. Η κανέλα, για παράδειγμα, οφείλει το άρωμά της στην κινναμαλδεΐδη, μια αρωματική αλδεΐδη με σύζευξη διπλών δεσμών, η οποία εξατμίζεται εύκολα και ενεργοποιεί τους οσφρητικούς υποδοχείς με ένταση. Το γαρύφαλλο περιέχει ευγενόλη, μια φαινολική ένωση με πικάντικο-γλυκό χαρακτήρα και ενδιαφέρουσες αντιμικροβιακές ιδιότητες που κατέστησε το γαρύφαλλο δημοφιλές όχι μόνο στη μαγειρική αλλά και στην παραδοσιακή ιατρική.

Το μοσχοκάρυδο περιέχει μυριστικίνη και σαφρόλη, δύο φαινοπροπενικές ενώσεις που συμβάλλουν στο πλούσιο, ελαφρώς μυστηριακό άρωμά του. Η βανίλια, από την άλλη, αποτελεί μία από τις πιο χαρακτηριστικές αρωματικές ύλες παγκοσμίως χάρη στη βανιλίνη, μια φαινολική αλδεΐδη με ευχάριστο, γλυκό προφίλ. Αν και η φυσική βανιλίνη προέρχεται από τους ριζμούς της orchideas *Vanilla planifolia*, η παγκόσμια ζήτηση καλύπτεται πλέον κυρίως από συνθετική παραγωγή, είτε μέσω οξειδωσης λιγνίνης είτε, σήμερα περισσότερο, μέσω μετατροπής γουιγκόλης.

Ακόμη και τα εσπεριδοειδή, τα οποία έχουν καθιερωθεί ως σύμβολα των γιορτών, χαρακτηρίζονται από τερπενικές ενώ-



σεις όπως το λιμονένιο. Η χαρακτηριστική έκρηξη αρώματος που προκύπτει όταν πιέσουμε τη φλούδα ενός πορτοκαλιού ή μανταρινιού οφείλεται στη διάρρηξη μικροσκοπικών ελαιοφόρων αδένων που απελευθερώνουν το λιμονένιο στην ατμόσφαιρα.

Η γεύση και το άρωμα των χριστουγεννιάτικων τροφίμων όμως δεν οφείλονται μόνο στις πτητικές οργανικές ουσίες των μπαχαρικών. Ένα εξίσου σημαντικό ρόλο παίζει η αντίδραση Maillard, η οποία μεταμορφώνει το χρώμα, τη γεύση, το άρωμα και τη συνολική γαστρονομική εμπειρία. Πρόκειται για μια μη ενζυματική αλληλεπίδραση μεταξύ σακχάρων και ελεύθερων αμινοξέων που λαμβάνει χώρα όταν τα τρόφιμα θερμαίνονται. Από αυτήν την πολύπλοκη χημική διαδικασία προκύπτει μια μεγάλη ποικιλία αρωματικών συστατικών, όπως πυραζίνες, φουράνια, κετόνες και αλδεΐδες, που δίνουν στις ψητές και καραμελωμένες επιφάνειες το χαρακτηριστικό τους άρωμα. Το μελομακάρονο, για παράδειγμα, οφείλει μεγάλο μέρος της γευστικής

του πολυπλοκότητας στο συνδυασμό της Maillard με τη φυσική καραμελοποίηση των σακχάρων στο μέλι.

Το φως των Χριστουγέννων:

Φυσική και χημεία ημιαγωγών

Ο φωτισμός αποτελεί άλλο ένα αναπόσπαστο στοιχείο της εορταστικής ατμόσφαιρας. Η μετάβαση από τους λαμπτήρες πυρακτώσεως στα LED (διόδους εκπομπής φωτός) ήταν μια πραγματική επανάσταση, όχι μόνο ενεργειακά αλλά και αισθητικά. Το LED βασίζεται στη φυσική των ημιαγωγών. Όταν ένα ηλεκτρόνιο συναντά μια οπή στον ημιαγωγό, επανενώνεται και απελευθερώνει ενέργεια υπό μορφή φωτονίου. Το χρώμα του παραγόμενου φωτός καθορίζεται από το ενεργειακό χάσμα του υλικού. Για τον λόγο αυτό, ενώ παλαιότερες τεχνολογίες είχαν περιορισμένο φάσμα χρωμάτων, τα σύγχρονα LED μπορούν να παραγάγουν σχεδόν οποιαδήποτε απόχρωση. Τα πλέον συνθισμένα υλικά για LED χριστουγεννιάτικου

φωτισμού είναι ενώσεις του γαλλίου, όπως νιτρίδιο του γαλλίου (GaN) και φωσφίδιο γαλλίου-ινδίου-αλουμινίου (AlGaInP). Κάθε συνδυασμός επιτρέπει διαφορετική τιμή ενεργειακού χάσματος, με αποτέλεσμα διαφορετικό χρώμα. Το μπλε φως από GaN υπήρξε καθοριστικό για τη δημιουργία λευκών LED και την υιοθέτηση των LED σε όλες τις εφαρμογές γενικού φωτισμού.

Σε αντίθεση με τους λαμπτήρες πυρακτώσεως, τα LED σπαταλούν ελάχιστη ενέργεια ως θερμότητα και μετατρέπουν την πλειονότητα της ηλεκτρικής ενέργειας σε ορατό φως. Έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής και πολύ μικρότερη πιθανότητα υπερθέρμανσης οπότε αυτά τα χαρακτηριστικά τα καθιστούν ιδανικές για χρήση γύρω από φυσικά δέντρα, χαρτιά ή υφάσματα.

Το χριστουγεννιάτικο δέντρο: Βιοχημεία της χλωροφύλλης και των τερπενίων

Το έλαιο ή το πεύκο που κοσμεί τα περισσότερα σπίτια την περίοδο των γιορτών αποτελεί ένα ιδιαίτερο παράδειγμα βιοχημικής ανθεκτικότητας. Τα κωνοφόρα διατηρούν το πράσινο χρώμα τους ακόμη και κατά τους πιο ψυχρούς μήνες χάρη στη δομή και τη σταθερότητα της χλωροφύλλης. Η χλωροφύλλη α και β, οι βασικές μορφές που συναντώνται στα κωνοφόρα, διαθέτουν έναν πορφυρινικό δακτύλιο που συγκρατεί στο κέντρο του ένα ιόν μαγνησίου. Η συγκεκριμένη μοριακή δομή τους επιτρέπει να απορροφούν κυρίως στο ερυθρό και μπλε τμήμα του φάσματος, αντανakλώντας το πράσινο που βλέπουμε.

Η ανθεκτικότητα του φυλλώματος των κωνοφόρων οφείλεται επίσης στη μορφολογία των βελόνων, οι οποίες έχουν χαμηλή αναλογία επιφάνειας-όγκου και καλύπτονται από παχύ στρώμα κηρώδους επιδερμίδας. Αυτό μειώνει την απώλεια νερού και προστατεύει από το ψύχος. Οι ρητίνες, πλούσιες σε

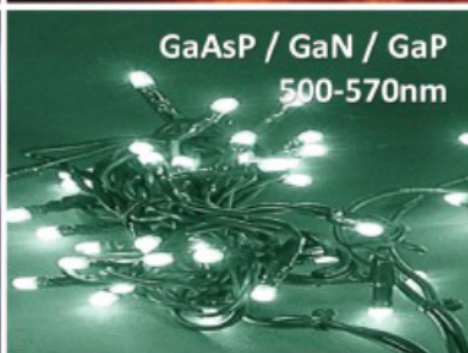
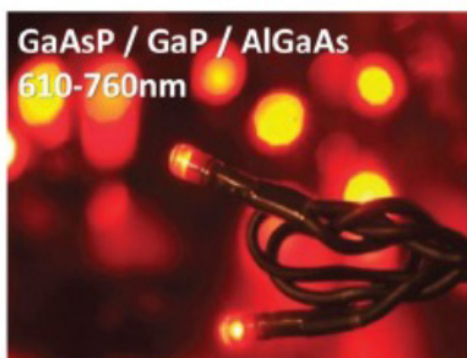
τερπένια, λειτουργούν ως φυσικό «χημικό παλτό» που προστατεύει το δέντρο από παθογόνα και από μηχανικές βλάβες. Το άρωμα του φυσικού έλατου, ένα από τα πιο χαρακτηριστικά της εποχής, οφείλεται σε τερπενικές ενώσεις όπως το α-πινένιο, το β-πινένιο και το λιμονένιο. Οι ενώσεις αυτές είναι ιδιαίτερα πτητικές και διαφεύγουν εύκολα από τις βελόνες ή τους κλάδους όταν το δέντρο θερμαίνεται από τον εσωτερικό χώρο. Το άρωμα αυτό, σε συνδυασμό με τα πτητικά έλαια από κεριά και γλυκά, σχηματίζει τον μοναδικό «οσφρητικό παλμό» των Χριστουγέννων.

Χιόνι: Κρυσταλλογραφία, θερμοδυναμική και σκέδαση φωτός

Το χιόνι, φυσικό σύμβολο των Χριστουγέννων στις βόρειες χώρες, αποτελεί ένα εκπληκτικά σύνθετο χημικό φαινόμενο. Μία χιονονιφάδα σχηματίζεται όταν υδρατμοί της ατμόσφαιρας παγώνουν γύρω από έναν μικροσκοπικό πυρήνα συμπύκνωσης, συνήθως ένα σωματίδιο σκόνης ή άλατος. Το νερό, όταν στερεοποιείται, σχηματίζει εξαγωνική κρυσταλλική διάταξη λόγω των γωνιών που σχηματίζουν οι δεσμοί υδρογόνου μεταξύ των μορίων του. Αυτή η εξαγωνική συμμετρία διαμορφώνει τους έξι βραχίονες των νιφάδων.

Η μοναδικότητα κάθε χιονονιφάδας δεν προκύπτει από κάποια ακατάληπτη τυχαιότητα αλλά από μικροσκοπικές μεταβολές στη θερμοκρασία, στην υγρασία, στην υπέρψυχρη κατάσταση των υδρατμών και στην κατεύθυνση των ρευμάτων αέρα κατά τη διάρκεια του σχηματισμού της. Αυτές οι παράμετροι επηρεάζουν τον ρυθμό κρυσταλλικής ανάπτυξης, με αποτέλεσμα κάθε νιφάδα να αποκτά διαφορετική μορφή.

Το χιόνι εμφανίζεται λευκό λόγω της διάχυτης σκέδασης του φωτός. Οι κρύσταλλοι πάγου δεν είναι από μόνοι τους λευκοί



αλλά αντιθέτως, ο πάγος είναι ημιδιαφανής. Όμως το χιόνι αποτελείται από πληθώρα μικροσκοπικών κρυστάλλων με επιφάνειες που ανακλούν και διαθλούν το φως προς πολλές κατευθύνσεις. Όταν όλες οι συχνότητες του ορατού φωτός σκεδάζονται ομοιόμορφα, η συνολική οπτική εντύπωση είναι το λευκό.

Κερί και καύση: Χημεία θερμότητας και αρωμάτων

Η χρήση κερίων στις γιορτές έχει μακράιων ιστορία. Το κερί αποτελείται κυρίως από παραφίνη, ένα μείγμα αλκανίων (C_{20} έως C_{30}). Όταν το φτιλί θερμανθεί, τήκει την παραφίνη, η οποία ανέρχεται μέσω τριχοειδούς δράσης και εξατμίζεται. Η αέρια παραφίνη καίγεται παρουσία οξυγόνου και παράγει διοξείδιο του άνθρακα, υδρατμούς και θερμότητα. Η ένταση της φλόγας εξαρτάται από τη διαθεσιμότητα οξυγόνου και η ανεπαρκής παροχή οδηγεί σε ατελή καύση και σχηματισμό αιθάλης.

Τα αρωματικά κερί περιέχουν μίγματα αιθέριων ελαίων που απελευθερώνονται κατά την καύση. Η επιλογή των αρωματικών ενώσεων είναι κρίσιμη διότι πρέπει να έχουν επαρκή θερμική σταθερότητα ώστε να μην αποσυντίθενται και ταυτόχρονα να είναι αρκετά πτητικές ώστε να διαφεύγουν στον αέρα και να γίνονται αντιληπτές. Το αποτέλεσμα είναι ένας συνδυασμός θερμότητας και αρώματος που ενισχύει την αίσθηση «ζεστασιάς» των γιορτών.

Χρωματική παλέτα των Χριστουγέννων: Χημεία χρωστικών και μετάλλων

Τα χρώματα των Χριστουγέννων έχουν βαθιά πολιτισμική σημασία, αλλά η χημική τους υπόσταση είναι εξίσου ενδιαφέρουσα. Το κόκκινο χρώμα που συνδέεται με τον Άγιο Βασίλη και την παραδοσιακή διακόσμηση συχνά προέρχεται από συνθετικές αζωχρωστικές, οι οποίες διαθέτουν χαρακτηριστικό δεσμό $-N=N-$ που ευθύνεται για την ισχυρή απορρόφηση φωτός σε συγκεκριμένα μήκη κύματος. Οι ανθρακινόνες αποτελούν επίσης μια σημαντική οικογένεια κόκκινων χρωστικών, γνωστές για τη σταθερότητα και τη λαμπρότητά τους.

Το πράσινο των στολιδιών και των τυπωμένων επιφανειών οφείλεται συχνά στις φθαλοκυανίνες του χαλκού, εξαιρετικά σταθερές χρωστικές με έντονο χρώμα και ανθεκτικότητα στο φως και στη θερμότητα. Το χρυσό χρώμα που χρησιμοποιείται εκτενώς σε διακοσμήσεις και αμπαλάζ προκύπτει είτε από μικροσκοπικά φύλλα μετάλλων, όπως αλουμίνιο ή μπρούντζος, είτε από χρωστικές με ενσωματωμένα οξείδια σιδήρου και τιτανίου που παρουσιάζουν υψηλή ανακλαστικότητα.

Πηγές

1. McGee, H. *On Food and Cooking: The Science and Lore of the Kitchen*. Scribner, 2004.
2. Atkins, P., & de Paula, J. *Physical Chemistry*. Oxford University Press.
3. Sell, C. *The Chemistry of Fragrances*. Royal Society of Chemistry.
4. Yanagi, H. et al. "The Physics of Light-Emitting Diodes." *Nature Photonics*.
5. Solomon, S. "The Structure of Ice and Snow." *Reviews of Modern Physics*.
6. Noller, C. *Chemistry of Organic Compounds*. W. H. Freeman.

Πολυμερή, υλικά και τεχνητές εφαρμογές των γιορτών

Τα στολίδια των Χριστουγέννων αποτελούν επίσης προϊόν χημικής τεχνολογίας. Πολλά από αυτά κατασκευάζονται από πολυστυρένιο, πολυβινυλοχλωρίδιο ή πολυαιθυλένιο, πολυμερή τα οποία επιτρέπουν μεγάλη ποικιλία σχημάτων, χρωμάτων και μηχανικών ιδιοτήτων. Τα παλιά γυάλινα στολίδια συνεχίζουν να υπάρχουν, αλλά σε μεγάλο βαθμό έχουν αντικατασταθεί από ελαφρά πλαστικά με πλεονεκτήματα όπως αντοχή σε πτώση, χαμηλότερο κόστος και δυνατότητα μαζικής παραγωγής.

Το τεχνητό χιόνι που χρησιμοποιείται σε διακόσμηση παράγεται σήμερα κυρίως από πολυακρυλικό νάτριο, έναν υπερ-πορροφητικό πολυμερές που μπορεί να συγκρατήσει πολλές εκατοντάδες φορές το βάρος του σε νερό. Όταν ενυδατωθεί, διογκώνεται και αποκτά όψη και υφή παρόμοια με αυτήν του φρέσκου χιονιού.

Ακόμη και οι συσκευασίες των δώρων είναι προϊόν σύγχρονης χημείας. Τα χαρτιά περιτυλίγματος αξιοποιούν χρωστικές υψηλής σταθερότητας, ενώ πολλά διαθέτουν επιστρώσεις πολυμερών (όπως πολυαιθυλένιο ή πολυπροπυλένιο) που τα καθιστούν πιο ανθεκτικά και γυαλιστερά.

Πώς οι μυρωδιές και τα χρώματα επηρεάζουν τον εγκέφαλο

Τα αρώματα των Χριστουγέννων δεν επηρεάζουν μόνο την αίσθηση της όσφρησης αλλά και τον συναισθηματικό τόνο. Η οσφρητική οδός συνδέεται άμεσα με το μεταξιμιακό σύστημα του εγκεφάλου, το οποίο ρυθμίζει τη μνήμη και το συναίσθημα. Η βανιλίνη, η κινναμολδεΐδη και το λιμονένιο, για παράδειγμα, μπορούν να αυξήσουν την αίσθηση ευεξίας μέσω νευροχημικών μηχανισμών που σχετίζονται με τη σεροτονίνη. Οι θερμές αποχρώσεις, όπως το κόκκινο και το χρυσό, προκαλούν την ψευδαίσθηση αυξημένης θερμοκρασίας και συνδέονται συχνά με συναισθήματα άνεσης και ασφάλειας. Το φως των LED επηρεάζει επίσης τον κηράδιο ρυθμό, ενισχύοντας την αίσθηση ζωτικότητας και διάθεσης κατά τις σκοτεινές ημέρες του χειμώνα. Η χημεία των Χριστουγέννων δεν αποτελεί μια αφηρημένη έννοια αλλά μια πραγματικότητα που βιώνουμε καθημερινά χωρίς να το αντιλαμβανόμαστε. Κάθε μυρωδιά, κάθε φως, κάθε χρώμα και κάθε υλικό της εποχής είναι αποτέλεσμα συγκεκριμένων χημικών μηχανισμών και ιδιοτήτων. Η κατανόηση αυτών των φαινομένων μας επιτρέπει να εκτιμήσουμε ακόμη περισσότερο τον ρόλο της χημείας στην καθημερινότητά μας και να συνειδητοποιήσουμε ότι η «μαγεία» των Χριστουγέννων δεν είναι παρά η ομορφιά της ύλης και της ενέργειας σε αλληλεπίδραση.



9th Environmental Conference of Macedonia

Ταυτότητα του Συνεδρίου

Με αφετηρία το 2002, το Περιβαλλοντικό Συνέδριο Μακεδονίας διοργανώνεται κάθε 3 χρόνια στη Θεσσαλονίκη. Αποτελεί βήμα για τους επιστήμονες που ασχολούνται με τον έλεγχο, τη διαχείριση και τις τεχνολογίες περιβάλλοντος καθώς και με θέματα περιβαλλοντικής εκπαίδευσης. Στο συνέδριο παρουσιάζεται το έργο που επιτελείται σε θέματα περιβάλλοντος στην Ελλάδα από ένα ευρύ φάσμα επιστημονικών πεδίων και ειδικοτήτων. Έχει ως σκοπό την ολοκληρωμένη παρουσίαση των περιβαλλοντικών ζητημάτων, την ανταλλαγή επιστημονικών απόψεων, την έγκυρη ενημέρωση των πολιτών, τη διατύπωση προτάσεων για την προστασία και βελτίωση του περιβάλλοντος και την ενίσχυση της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης και ευαισθητοποίησης. Πλέον είναι ένα Συνέδριο θεσμός, καθώς από το πρώτο συνέδριο που έλαβε χώρα το 2002 και για τα επόμενα επτά συνέδρια, η προσέλευση ξεπερνούσε τα αναμενόμενα, ακόμα και διαδικτυακά μέσω της πανδημίας του CoVid.

Θεματολογία

Κλιματική κρίση και πολιτικές κλιματικής προσαρμογής • Ατμοσφαιρική ρύπανση και ποιότητα αέρα • Ρύπανση υδάτων • Ρύπανση εδάφους • Υγρά απόβλητα • Στερεά απόβλητα • Θαλάσσιο περιβάλλον και ρύπανση • Βιώσιμη γεωργία – αγροπεριβαλλοντικά ζητήματα • Τεχνολογίες αντιρύπανσης • Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και περιβάλλον • Αστικό περιβάλλον και βιώσιμες πόλεις • Μέθοδοι περιβαλλοντικής ανάλυσης • Περιβαλλοντική υγεία • Φυσικό περιβάλλον • Κλιματική αλλαγή • Περιβαλλοντική πολιτική και νομοθεσία • Περιβαλλοντική διαχείριση και σχεδιασμός • Οικονομικά περιβάλλοντος • Πράσινη Χημεία και Χημική Τεχνολογία • Περιβαλλοντική εκπαίδευση • Οικοτοξικολογία

ΕΝΟΤΗΤΑ I: ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ

ΕΝΟΤΗΤΑ II: ΝΕΡΑ



Διοργάνωση

Ένωση Ελλήνων Χημικών
Περιφερειακό Τμήμα Κεντρικής
® Δυτικής Μακεδονίας



Υπό την αιγίδα
Σύνδεσμος Χημικών Βορείου
Ελλάδος



Τμήμα Χημείας Αριστοτελείου
Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης

Σημαντικές Ημερομηνίες

Υποβολή περιλήψεων: 15-01-2026

Αποδοχή περιλήψεων: 30-01-2026

Early-bird registration: 30-02-2026

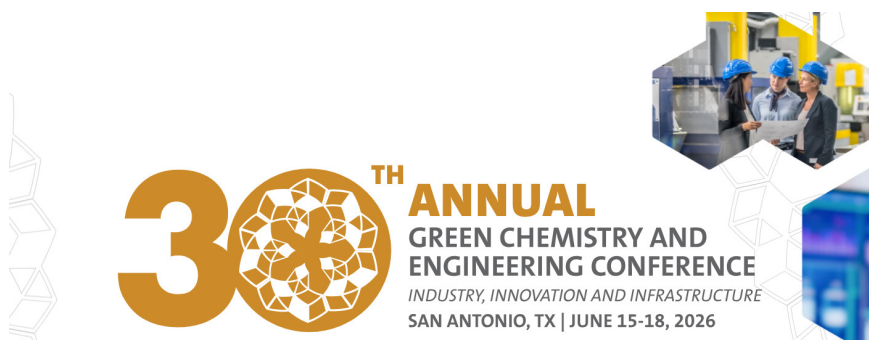
Επικοινωνία

Γραφεία της ΕΕΧ-ΠΤΚΔΜ: Αριστοτέλους 6, 54623 Θεσσαλονίκη

Τηλ (6-9μμ): 2310 278077 | E-mail: ptkdm@eex.gr



30th Annual Green Chemistry and Engineering Conference



<https://www.gcande.org/>

14th IUPAC International Conference on Bioorganic Chemistry



14th International Symposium on BioOrganic Chemistry
21-24 June 2026, Milan, Italy

<https://www.iupac-isboc14.org/>

10th EuChemS Chemistry Congress (ECC10)



<https://euchems2026.eu/>

28th IUPAC International Conference on Chemistry Education / 17th EuChemS European Conference of Research in Chemical Education (ICCECRICE 2026)

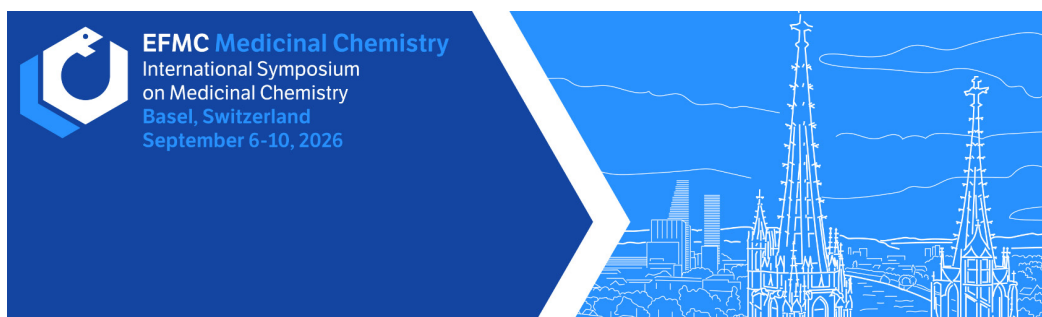


<https://iccecrice2026.org/>

46th International Conference on Coordination Chemistry (ICCC)

<https://iccc2026.com/>

EFMC International Symposium on Medicinal Chemistry

<https://www.efmc-ismc.org/>

26th Isoprenoid Conference 2026

26th **Isoprenoid**
Conference 2026

September 15 – 17, 2026

Prague (CZ), Novotného Lávk 200/5

<https://isopsoc.org/Isoprenoids2026.html>

9th MS Food DAY

<https://www.spettrometriadi massa.it/Congressi/9MS-FoodDay/>

«Επιστημονική εκδήλωση: Πράσινη Χημεία και Τεχνολογία»



Επιστημονική εκδήλωση

Πράσινη Χημεία και Τεχνολογία

Διοργανωτής:
Ελληνικό Δίκτυο Πράσινης Χημείας

σε συνεργασία με το Τμήμα Χημείας ΑΠΘ

υπό την αιγίδα της Ένωσης Ελλήνων Χημικών (ΕΕΧ) -
Περιφερειακό Τμήμα Κεντρ. & Δυτ. Μακεδονίας (ΠΤΚΔΜ)

και του Συνδέσμου Χημικών Βορείου Ελλάδος

24-25 Νοεμβρίου 2025

(Διαδικτυακά)

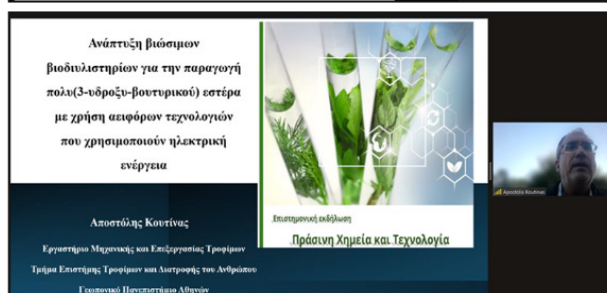
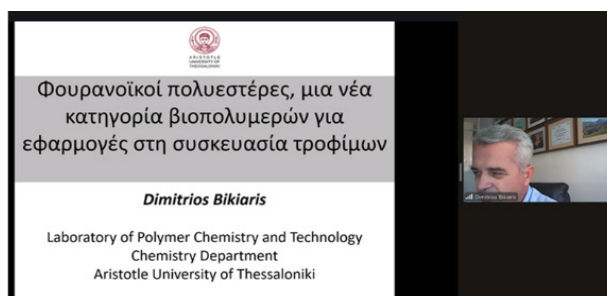
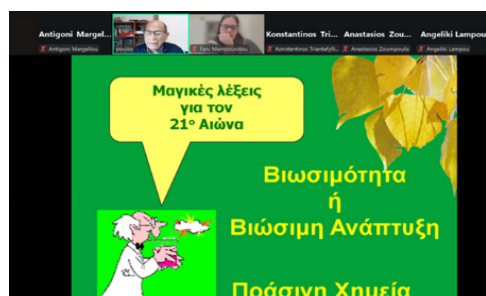
Με επιτυχία ολοκληρώθηκε η επιστημονική εκδήλωση με τίτλο «Πράσινη Χημεία και Τεχνολογία», που πραγματοποιήθηκε διαδικτυακά στις 24-25 Νοεμβρίου 2025. Η δι-ημερίδα οργανώθηκε από το **Ελληνικό Δίκτυο Πράσινης Χημείας και Τεχνολογίας**, σε συνεργασία με το Τμήμα Χημείας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης και υπό την αιγίδα της Ένωσης Ελλήνων Χημικών (ΕΕΧ) και του Περιφερειακού Τμήματος Κεντρικής & Δυτικής Μακεδονίας (ΕΕΧ-ΠΤΔΧΜ), και του Συνδέσμου Χημικών Βορείου Ελλάδος (ΣΧΒΕ).

Βασικός σκοπός της εκδήλωσης ήταν η ανάδειξη των αρχών της Πράσινης Χημείας στην έρευνα, τη βιομηχανία, την εκπαίδευση, την και η υιοθέτηση τους για τη βιώσιμη ανάπτυξη της κοινωνίας καθώς και την ανάπτυξη σχέσεων μεταξύ των ακαδημαϊκών κύκλων και της βιομηχανίας, που θα προάγουν τις αρχές της βιώσιμης ανάπτυξης και της κυκλικής (βιο)οικονομίας.

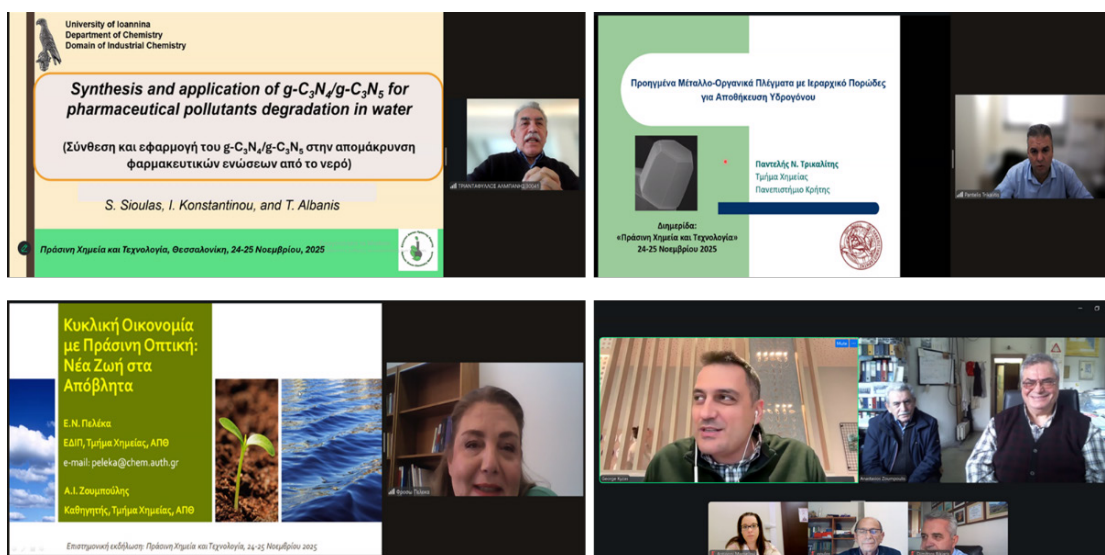
Κατά την πρώτη ημέρα της εκδήλωσης, πραγματοποιήθηκε η επίσημη έναρξη των εργασιών της διημερίδας, καθώς και η προσκεκλημένη τιμητική ομιλία του Ομότιμου Καθηγητή του Πανεπιστημίου Πατρών κ. Κωνσταντίνου Πούθλου, ιδρυτή του Δικτύου. Η εκδήλωση συνεχίστηκε με τις προσκεκλημένες ομιλίες του κ. Ιωάννη Λυκάκη, Καθηγητή Οργανικής Χημείας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, του κ. Δημητρίου Μπικιάρη, Καθηγητή Τεχνολογίας Πολυμερών του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης και του κ. Αποστόλη Κουτίνα, Καθηγητή του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών. Επιπλέον, παρουσιάστηκαν 30 εργασίες από ερευνητικές

ομάδες, που εστίαζαν στην οργανική σύνθεση-κατάλυση-βιοκατάλυση, τη συμβολή της Πράσινης Χημείας σε βιο-πολυμερή, φαρμακευτικά, καλλυντικά, τρόφιμα, την παραγωγή ενέργειας, καυσίμων, χημικών προϊόντων από ανανεώσιμες πρώτες ύλες, καθώς τη χημική ανακύκλωση/αξιοποίηση απορριμμάτων και υποπροϊόντων.

Κατά τη δεύτερη μέρα της εκδήλωσης πραγματοποιήθηκαν οι προσκεκλημένες ομιλίες του κ. Τριαντάφυλλου Αθηνάκη, Ομότιμου Καθηγητή του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, του κ. Παντελή Τρικαλίτη, Καθηγητή Ανόργανης Χημείας του Πανεπιστημίου Κρήτης και της κ. Ευφροσύνης Πελέκα, ΕΔΙΠ του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης. Ακολούθησαν 14 ομιλίες από διάφορες ερευνητικές ομάδες σχετικά με το σχεδιασμό ασφαλέστερων χημικών προϊόντων και φυτοφαρμάκων, την πράσινη διαχείριση και ανακύκλωση διαφόρων αποβλήτων και γενικότερα τη πράσινη χημική τεχνολογία και μηχανική. Η εκδήλωση ολοκληρώθηκε με συζήτηση για το μέλλον της Πράσινης Χημείας στην Ελλάδα.



Εικόνα 1. Προσκεκλημένες ομιλίες πρώτης ημέρας.



Εικόνα 2. Προσκεκλημένες ομιλίες και στιγμιότυπα από τη συζήτηση κατά τη δεύτερη ημέρα.

Συνολικά στη διημερίδα παρουσιάστηκαν 51 εργασίες (7 προσκεκλημένες και 44 προφορικές εργασίες) και την εκδήλωση παρακολούθησαν 177 άτομα. Η πλειοψηφία των ατόμων προερχόταν από πανεπιστήμια (84.2%) και ερευνητικά κέντρα (5.6%) και σε μικρότερα ποσοστά από τον ιδιωτικό τομέα (4.5%), τη βιομηχανία (3.4%) και το δημόσιο τομέα (1.7%). Ως προς την κατανομή των ατόμων που προέρχονταν από πανεπιστήμια και ερευνητικά κέντρα, η πλειοψηφία των ατόμων (52.2%) προήλθε από το Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης (που διοργάνωσε τη Δι-ημερίδα), το Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης (ΔΠΘ, 10.1%), το Εθνικό Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών (ΕΚΠΑ, 9.4%), το Πανεπιστήμιο Πατρών (ΠΠ, 6.9%), το Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων (ΠΙ, 6.3%), το Εθνικό Κέντρο Έρευνας και Τεχνολογικής Ανάπτυξης (ΕΚΕΤΑ, 4.4%), το Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο (ΕΑΠ, 2.5%), το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο (ΕΜΠ, 2.5%), το Πανεπιστήμιο Αιγαίου (ΠΑ, 2.5%) και το Εθνικό Ίδρυμα Έρευνας (ΕΙΕ, 1.9%).

Θεωρούμε ότι η επιστημονική αυτή εκδήλωση υπήρξε επιτυχημένη και ότι έθεσε τα θεμέλια για να γίνουν σύντομα στο μέλλον και άλλες παρόμοιες εκδηλώσεις, τόσο ειδικότερες επιστημονικές, όσο και γενικότερου χαρακτήρα (εκπαιδευτικό, ενημερωτικό, σεμιναριακό κτλ.), με σκοπό να προάγουν ακόμη περισσότερο την εφαρμογή των αρχών της Πράσινης Χημείας και Τεχνολογίας, καθώς και της Κυκλικής Οικονομίας και Βιο/Οικονομίας σε ευρύτερους κοινωνικούς χώρους.

Εκ μέρους της οργανωτικής επιτροπής,
Δρ. Αντιγόνη Μαργέλλου
Καθ. Α. Ζουμπούλης



Εικόνα 3. Κατανομή συμμετεχόντων ανά φορέα (αριστερά) και κατανομή συμμετεχόντων από πανεπιστήμια και ερευνητικά κέντρα (δεξιά).

Απολογισμός Εκπαιδευτικών Δράσεων Μηλε Σχοδεία - EUBlueSchools Νοέμβριος 2025

Στο πλαίσιο του Ευρωπαϊκού Εκπαιδευτικού Μοντέλου Μηλε Σχοδεία - **EUBlueSchools** συνεχίστηκαν και τον Νοέμβριο 2025, οι εκπαιδευτικές δράσεις για το σχολικό έτος 2025–26 στα σχολεία της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης της Περιφέρειας Κρήτης, με τη συμμετοχή και τον συντονισμό Χημικών – Εκπαιδευτικών, καθώς και άλλων ειδικοτήτων των Φυσικών Επιστημών.

Η Ένωση Ελλήνων Χημικών – Περιφερειακό Τμήμα Κρήτης συνέχισε την ουσιαστική της συμβολή, παρέχοντας πέντε (5) σετ ημιποσοτικής χημικής ανάλυσης (test kits), ενώ παράλληλα λειτούργησε ως φορέας διάχυσης και ενίσχυσης του προγράμματος, το οποίο μέχρι σήμερα έχει υλοποιηθεί σε συνολικά δέκα (10) σχολεία της Περιφέρειας Κρήτης, με ακόμη περισσότερα να ακολουθούν το προσεχές διάστημα.

Ακολουθεί ο απολογισμός των εκπαιδευτικών δράσεων του **Νοεμβρίου 2025, σε συνέχεια** των δραστηριοτήτων που υλοποιήθηκαν τον μήνα Οκτώβριο.

7η Εκπαιδευτική Δράση (20 Νοεμβρίου 2025)

BLUE SCHOOL – EUBlueSchools (2024–25) με συντονιστές τους Δρ. Στέλιο Σημιάκη, Βιολόγο και τη Δρ. Κάλη Γκιουρέμου, Βιολόγο από το ΓΕΛ Γουβών (Ηρακλείου)

Μαθητές/τριες της Β΄ και Γ΄ Λυκείου πραγματοποίησαν χημικές αναλύσεις σε δείγμα νερού από το ρέμα της Αγίας Ειρήνης στα Σπήλια, με στόχο τον προσδιορισμό βασικών ιόντων (φωσφορικά, νιτρικά, νιτρώδη, χλωριούχα και αμμωνιακά), προκειμένου να αξιολογηθεί η ποιότητα του νερού. Στη συνέχεια, οι μαθητές/μαθήτριες αναζήτησαν τις φυσιολογικές τιμές που πρέπει να έχει το νερό για να θεωρείται πόσιμο, ώστε να τις συγκρίνουν με τις δικές τους μετρήσεις.

8η Εκπαιδευτική Δράση (21 Νοεμβρίου 2025):

BlueLightS – EUBlueSchools (2024–σήμερα) με συντονίστρια τη Δρ. Χαρά Σταματάκη, Βιολόγο από το Μουσικό Σχολείο Ηρακλείου



Μαθητές/τριες της Β΄ Γυμνασίου υπό την καθοδήγηση των εκπαιδευτικών, Δρ. Δέσποινας Καβουσάνη, Χημικού και Δρ. Χαράς Σταματάκη, Βιολόγου πραγματοποίησαν χημικές αναλύσεις θαλασσινού νερού από την παραλία Γουβών, χρησιμοποιώντας ειδικά κιτ μετρήσεων. Οι μαθητές/τριες παρακολούθησαν επίσης πείραμα οξίνισης του θαλασσινού νερού, ώστε να κατανοήσουν τις έννοιες της ρύπανσης και της οξίνισης των θαλασσών, σε σύνδεση με το κεφάλαιο για το νερό στο μάθημα της Χημείας.

9η Εκπαιδευτική Δράση (27 Νοεμβρίου 2025)

Θαλά-Sea ζώα προς εξαφάνιση με συντονίστρια τη Δρ. Ιωάννα Περάκη, Βιολόγο από το 7ο ΓΕΛ Ηρακλείου



Μαθητές/τριες της Α΄ Λυκείου με την καθοδήγηση των εκπαιδευτικών Δρ. Ιωάννας Περάκη, Βιολόγου και Δρ. Ελένης Τζαβλάκη, Μαθηματικού πραγματοποίησαν δειγματοληψία θαλασσινού νερού και κατέγραψαν βασικές περιβαλλοντικές παραμέτρους. Επιπλέον, ενημερώθηκαν για τους παράγοντες που επηρεάζουν την υγεία των θαλάσσιων οικοσυστημάτων. Η δράση υλοποιήθηκε στην παραλιακή ζώνη του Καράβοδα στο Ηράκλειο, με στόχο την ευαισθητοποίηση των μαθητών/τριών για τα απειλούμενα θαλάσσια είδη και τη σημασία της καθαρότητας του θαλάσσιου νερού.

Σημαντική ήταν η συμβολή του Δρ. Ελευθερίου Κουφάκη, ο οποίος παρουσίασε τον ρόλο της Πολιτικής Προστασίας στην πρόληψη κινδύνων και τη σημασία του εθελοντισμού. «Η σημερινή δράση αναδεικνύει την αξία της πρόληψης και της ενεργούς συμμετοχής των νέων στην προστασία των παράκτιων οικοσυστημάτων της Κρήτης», δήλωσε ο ίδιος.

Όλα τα εννιά (9) εκπαιδευτικά έργα υλοποιούνται σε δέκα (10) σχολεία Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης υπό την αιγίδα του Δικτύου Ευρωπαϊκών Μπλε Σχολείων (**EUBlueSchools**) και έχουν λάβει την αντίστοιχη πιστοποίηση EUBlueSchools. Η υλοποίησή τους πραγματοποιείται με την καθοδήγηση και τη συνεργασία της Συμβούλου Εκπαίδευσης, Δρ. Μαρίας Καθαθάκη, Βιολόγου. Παράλληλα, τα έργα εντάσσονται στο τοπικό δίκτυο «Μπλε Σχολεία – BLUE25», μια δυναμική πρωτοβουλία εκπαιδευτικών Φυσικών Επιστημών σχολείων της Κρήτης.

Οι δράσεις των έργων υποστηρίζονται από την Περιφέρεια Κρήτης και την Ένωση Ελλήνων Χημικών – Περιφερειακό Τμήμα Κρήτης. Η Ένωση συμβάλλει ενεργά στην ενίσχυση της συνεργασίας μεταξύ εκπαιδευτικών, επιστημονικών φορέων και τοπικής αυτοδιοίκησης, προωθώντας την περιβαλλοντική εκπαίδευση και καλλιεργώντας την επιστημονική και οικολογική συνείδηση των μαθητών/τριών. Επιπλέον, στηρίζει τις δράσεις μέσω της παροχής υλικότεχνικού εξοπλισμού και της προμήθειας των απαραίτητων αντιδραστηρίων.

Οι δράσεις των έργων προβάλλονται συνεχώς σε τοπικά και πανελλαδικά μέσα ενημέρωσης, αναδεικνύοντας τον εκπαιδευτικό, περιβαλλοντικό και κοινωνικό τους αντίκτυπο μέσα από τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, και ιδιαίτερα της Χημείας.

Στο πλαίσιο του ευρωπαϊκού προγράμματος **EUBlueSchools** και του τοπικού δικτύου **BLUE25**, αναμένεται σύντομα η έναρξη και η ένταξη νέων έργων, υπό τον συντονισμό εκπαιδευτικών και με την ενεργή συμμετοχή μαθητών/τριών της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης. Καθ' όλη τη διάρκεια του σχολικού έτους 2025–26, θα συνεχιστεί η υλοποίηση ποικίλων δράσεων από και για τους μαθητές/τριες, με στόχο την ανάπτυξη του μπλε εγγραμματισμού και την ευαισθητοποίηση σχετικά με τη βιωσιμότητα των θαλάσσιων οικοσυστημάτων.

Μείνετε συνδεδεμένοι για συνεχή ενημέρωση!

Σύνταξη:

Δρ. Κατερίνα Βαβουράκη

Χημικός – Εκπαιδευτικός

Μέλος Δ.Ε. της Ένωσης Ελλήνων Χημικών – Περιφερειακό Τμήμα Κρήτης



ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΣ ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ ΣΥΝΤΑΞΙΟΥΧΩΝ

ΤΑΜΕΙΟΥ ΕΠΙΚΟΥΡΙΚΗΣ ΑΣΦΑΛΙΣΗΣ ΧΗΜΙΚΩΝ (τ.Τ.Ε.Α.Χ.)

Αριθμ. Εγκρ. Πρωτ. Αθηνών 2161/1947

Μέλος Πανελληνίας Ομοσπονδίας Συνταξιούχων Επικουρικής Ασφάλισης e-ΕΦΚΑ

Οδός Κάνιγγος 27-Αθήνα 10682

Τηλ. 210 3821524, 210 3829266, FAX. 210 3833597, email: dagapal@gmail.com

Facebook: Σύνδεσμος Συνταξιούχων TEAX

<https://www.eex.gr/synergasies/kladikoi-sillogoi/suntaksiouxon-teax>

Άγιος Μένιγνος ο Κναφεύς: 22 Νοεμβρίου



Το Σάββατο 22 Νοεμβρίου 2025, ημέρα που τιμάται η μνήμη του Αγίου Μενίγνου του Κναφέως, προστάτου των Χημικών, έγιναν τα θυρανοίξια της εκκλησίας μας στο Βασιλικό-Λευκαντί Χαλκίδας. Με βαθιά συγκίνηση παρακολουθήσαμε για 1,5 ώρα τον όρθρο και την αρτοκλασία από τον Πρωτοπρεσβύτερο κ. Σταμάτιο Μπασδέκη και δύο ψάλτες παρουσία και του συζύγου της κ. Μαρίας Καλλιάνη, επιτίμου Γραμματέως της Ένωσης Ελλήνων Χημικών (Ε.Ε.Χ.), κ. Χουρμούζιου Νταραβάνο-

γλου, "Μουσικολογιώτατου Άρχοντα Μουσικοδιδάσκαλο της Αγίας του Χριστού Μεγάλης Εκκλησίας", όπως τον εξονόμασε ο Παναγιώτατος Οικουμενικός Πατριάρχης κ. Βαρθολομαίος.

Μετά το κέρασμα από την κ. Φωτεινή Κόκορη, Γραμματέα της Ε.Ε.Χ., ακολούθησε στο Λευκαντί η Τακτική Ανοικτή, όπως πάντα, στα Μέλη Συνεδρίαση 558 του Διοικητικού Συμβουλίου.

Στο γεύμα, με το οποίο έκλεισε η όλη εκδήλωση, ο Πρόεδρος ευχαρίστησε τους παρόντες διαβεβαιώνοντας ότι το Δ.Σ. θα συνεχίσει την προσπάθεια για να γίνει το σημερινό εκκλησάκι μας η "Μητρόπολη" που θα ενώνει όλους τους Έλληνες Ορθόδοξους Χημικούς, για την στήριξη των οποίων έκανε θερμή έκκληση.

Δαμιανός Αγαπηλίδης
Πρόεδρος

Πρόσκληση προς Αγνοούμενους Συνταξιούχους

Μετά τις συγκλονιστικές αλλαγές που επήλθαν τα τελευταία 13 χρόνια στο ασφαλιστικό και συνταξιοδοτικό σύστημα στη χώρα μας ο "Σύνδεσμος" Συνταξιούχων Χημικών τ. Τ.Ε.Α.Χ., που συμπεριλαμβάνει και τους Χημικούς Μηχανικούς, σκοπό έχει εκτός από την σύσφιξη των σχέσεων και την προάσπιση των δικαιωμάτων των μελών του. Σήμερα μέλη μας είναι 1750 συνταξιούχοι επί συνόλου 3300 συνταξιοδοτούμενων από τον e-ΕΦΚΑ. Η εικόνα αυτή δεν μας βοηθάει στην διεκδίκηση των δίκαιων αιτημάτων μας.

Ούτως έχοντων των πραγμάτων το Διοικητικό Συμβούλιο απευθύνει έκκληση στους Συνταξιούχους Χημικούς και Χημικούς Μηχανικούς να επικοινωνήσουν με τον "Σύνδεσμο" με οποιοδήποτε τρόπο παρέχοντας e-mail, τηλέφωνο κτλ. για να έρθουμε σε επαφή.

Διευκρινίζεται ότι η συνδρομή των Μελών είναι €0,60 το μήνα ή €7,20 το χρόνο με δικαίωμα εκλέγειν και εκλέγεσθαι. **Χωρίς το δικαίωμα, η συμμετοχή είναι δωρεάν.** Κάθε μήνα για την ανοικτή πάντα στα Μέλη Συνεδρίαση του Διοικητικού Συμβουλίου αποστέλλεται η Ημερήσια Διάταξη με e-mail, οπότε υπάρχει η δυνατότητα να συζητήσουμε οποιοδήποτε θέμα τεθεί από κάθε Μέλος.

Ελάτε να κάνουμε το "Σύνδεσμο" μας ισχυρό με 3300 Μέλη!

Δαμιανός Αγαπηλίδης
Πρόεδρος

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΤΣΑΝΑΚΤΣΙΔΗΣ (1968 – 2025)



Στις 13 Οκτωβρίου 2025 «έφυγε» εντελώς απρόσμενα από ανακοπή καρδιάς, σε ηλικία μόλις 57 ετών, ο Καθηγητής του Τμήματος Χημικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας Κωνσταντίνος (Κώστας) Τσανακτσίδης, αφήνοντας ένα δυσαναπλήρωτο κενό εκπαιδευτικής και ερευνητικής συμβολής στο Πανεπιστήμιό του αλλά και κοινωνικής προσφοράς στην τοπική και περιφερειακή κοινωνία.

Προερχόμενος από αγροτική ποντιακή οικογένεια στην Ακρινή του Νομού Κοζάνης, φοίτησε στο Τμήμα Χημείας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων όπου και έλαβε το πτυχίο το 1990. Εργάστηκε αρχικά στο πρότυπο Κρατικό Χημείο Ελέγχου Καυσίμων της Λάρισας αλλά και στον ιδιωτικό τομέα σε διαχείριση και παραγωγή οικολογικών υγρών καθαρισμού. Στη συνέχεια εκπόνησε τη Διδακτορική του Διατριβή στο Τμήμα Χημείας του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, υπό την εποπτεία μου, με θέμα: «Μελέτη βαθμού ενυδάτωσης και διαμορφωτικών ιδιοτήτων βιοργανικών ενώσεων με τη χρήση ετεροπορνηνικού NMR ^{14}N και ^{31}P ». Ολοκλήρωσε τη διατριβή του το 2004 με βαθμό “Άριστα” και στη συνέχεια εργάστηκε για σύντομο χρονικό διάστημα ως μεταδιδάκτορας ερευνητής.

Το 2005 ανέλαβε ως Καθηγητής Εφαρμογών στο Τμήμα Τεχνολογιών Αντιρρύπανσης του ΤΕΙ Δυτικής Μακεδονίας, το 2007 ως Επίκουρος Καθηγητής, το 2013 ως Αναπληρωτής Καθηγητής και το 2017 ως Καθηγητής του Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών και Τεχνολογιών Αντιρρύπανσης του ίδιου ΤΕΙ. Την περίοδο 2014-2019 διετέλεσε Προϊστάμενος του Ερευνητικού Τομέα Τεχνολογίας Νέων Υλικών του Κέντρου Τεχνολογικής Έρευνας του ΤΕΙ. Από το 2018 ανέλαβε ως Διευθυντής του Εργαστηρίου Περιβαλλοντικής Τεχνολογίας του Τμήματος Χημικών Μηχανικών, από το 2019 Καθηγητής του ίδιου Τμήματος και Κοσμήτορας της Σχολής Επιστημών Υγείας του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας. Από το 2020 οργάνωσε ως Διευθυντής το ιδιαίτερα επιτυχές και καινοτόμο μεταπτυχιακό πρόγραμμα Ενεργειακές Επενδύσεις και Περιβάλλον.

Υπήρξε υπόδειγμα ήθους, συνεργασίας και αφοσίωσης στους φοιτητές και τους νέους ερευνητές τους οποίους καθοδήγησε με γενναιοδωρία αλλά και απαιτητικότητα. Δίδαξε με ιδιαίτερο ζήλο ευρύτατο φάσμα μαθημάτων όπως Οργανική Χημεία, Διαχείριση Ενεργειακών Πόρων, Φυσικοί Πόροι και Περιβάλλον, Υγεία και Περιβάλλον και πολλά άλλα. Διετέλεσε επιστημονικός υπεύθυνος πληθώρας εκπαιδευτικών προγραμμάτων όπως Πρακτική Άσκηση φοιτητών, Απασχόληση και Ανάπτυξη Δεξιοτήτων Ανθρώπινου Δυναμικού, Περιβαλλοντική Ευαισθητοποίηση, αυτοχρηματοδοτούμενων προγραμμάτων Κυκλικής Οικονομίας και πολλών άλλων.

Δημοσίευσε άνω των εβδομήντα (70) ερευνητικών εργασιών σε διεθνή περιοδικά ενώ είναι χαρακτηριστική η εκθετική αύξηση του αριθμού των εργασιών και των ετεροαναφορών από το 2020 (Google Scholar) καθώς και η δημιουργία πολυπληθούς ερευνητικής ομάδας υποψηφίων διδασκόντων και μεταπτυχιακών φοιτητών.

Φύση ανήσυχη, δεν περιορίστηκε σε θέματα αμιγώς ακαδημαϊκού ενδιαφέροντος αλλά πρωτοστάτησε στη διασύνδεση του ΤΕΙ και στη συνέχεια του Τμήματος Χημικών Μηχανικών με τοπικούς και περιφερειακούς φορείς. Οργάνωσε, για παράδειγμα, με διεθνές πρότυπο ΕΛΟΤ ISO 9001: 2008, Εργαστήριο Ποιοτικού Ελέγχου Καυσίμων στο Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος και Μηχανικών Αντιρρύπανσης για την παροχή υπηρεσιών ελέγχου ποιότητας καυσίμων. Διετέλεσε επιστημονικός υπεύθυνος πληθώρας εθνικών και ευρωπαϊκών ερευνητικών και καινοτόμων προγραμμάτων όπως ολοκληρωμένων συστημάτων διαχείρισης υγρών νοσοκομειακών μορυσματικών αποβλήτων, διαχείρισης έξυπνων κάδων από ανακυκλώσιμα υλικά, δημιουργία νέων ειδών καυσίμων κίνησης και ναυτιλίας, παραγωγή ενεργειακών προϊόντων βιοενέργειας 2^{ης} γενιάς και πολλών άλλων. Βασικοί στόχοι των προγραμμάτων ήταν η ανάπτυξη βιώσιμων τεχνολογιών που θα επιταχύνουν τη μετάβαση σε ένα νέο ενεργειακό μοντέλο κυρίως για την Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας.

Η πλήρης αφοσίωσή του σε πολυσχιδείς ακαδημαϊκές και κοινωνικές δραστηριότητες είχαν ως αποτέλεσμα να αγνοήσει, δυστυχώς, πρόωρες ενδείξεις επερχόμενου κλονισμού της υγείας του. Ο Κώστας θα μείνει χαραγμένος στη μνήμη όλων μας για τη δύναμη, αξιοπρέπεια και αξίες με τις οποίες ο ίδιος χάραξε την ακαδημαϊκή και κοινωνική του διαδρομή.

Ας είναι ελαφρύ το χώμα της Μακεδονικής γης που σε σκεπάζει αγαπητέ μας Κώστα.

Νοέμβριος 2025

Ιωάννης Π. Γεροθανάσης,
Ομότιμος Καθηγητής Τμήματος Χημείας
Πανεπιστημίου Ιωαννίνων
Πρώην Πρύτανης Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

